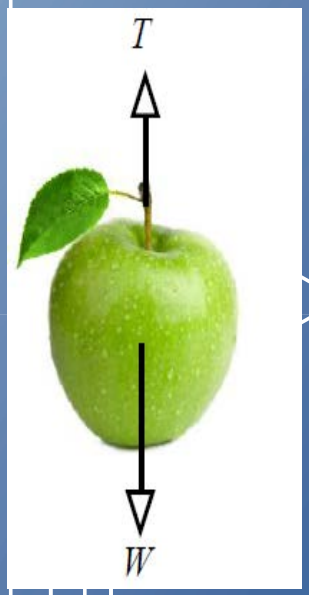
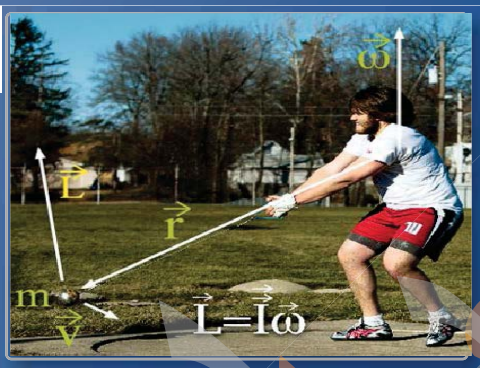
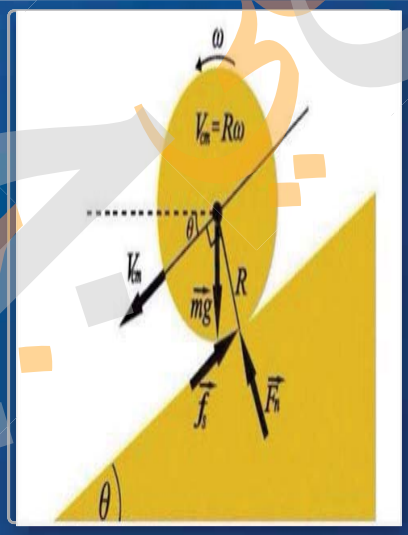
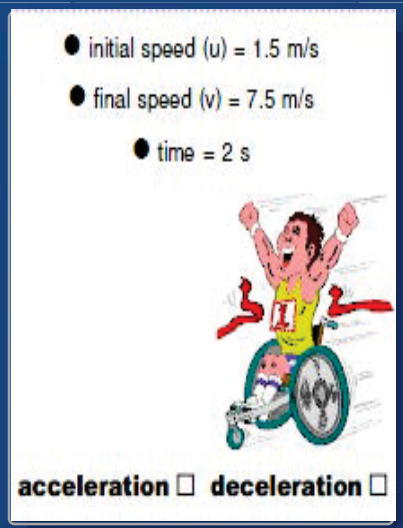
الفصل الثالث

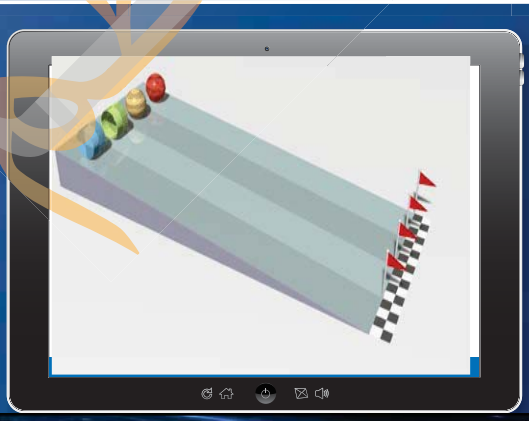
علي جبار كاظم
اعداديه شط العرب











المصطلحات العلمية . .

قوانين الحركة	Laws of Motion
الكتلة	Mass
القوة	Force
القانون الاول في الحركة	The First Law of Motion
وحدة القوة	Unit of Force
الوزن	Weight
القانون الثاني في الحركة	The Second Law of Motion
القانون الثالث في الحركة	The Third Law of Motion
الاحتكاك	Friction
معامل الاحتكاك	Coefficient of Friction
الاحتكاك السكوني	Static Friction
الاحتكاك الحركي	Kinetic Friction

الاهداف السلوكية

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يتعرف مفهوم القوة .
- يعطي أمثلة على أنواع القوة .
- يعرف مفهوم القصور الذاتي في الحركة .
- يذكر قوانين الحركة لنيوتن .
- يعرّف مفهوم الإحتكاك وأنواعه .
- يحل أسئلة في موضوع الإحتكاك .

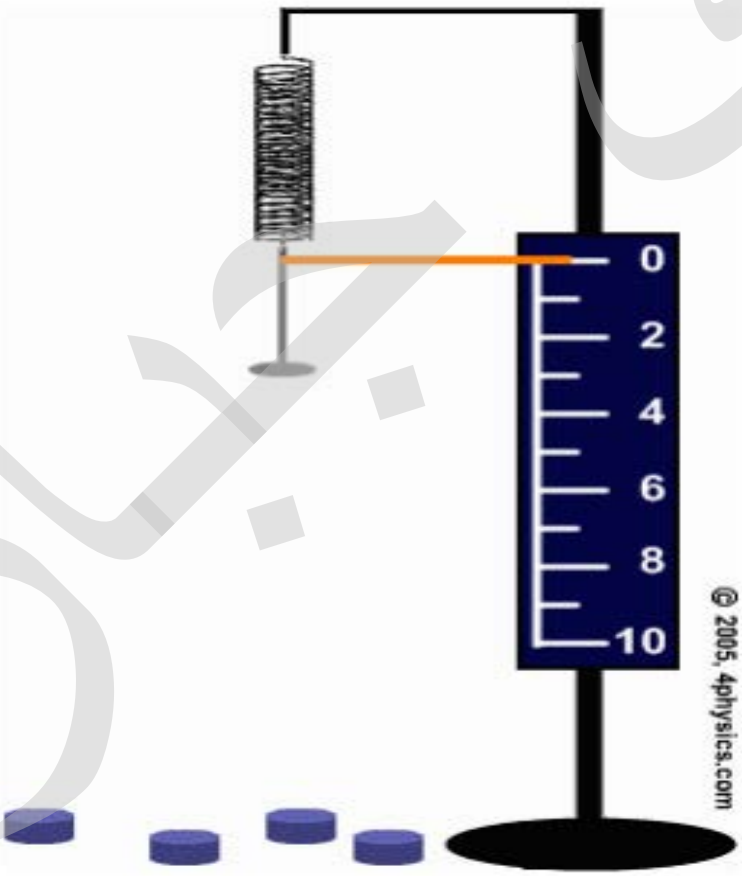
Problems & Exercises

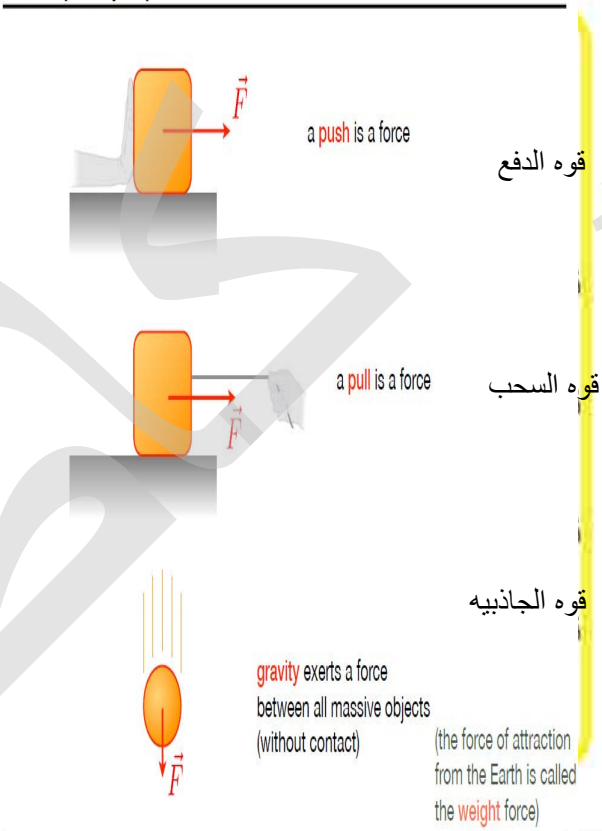
3 قوانين الحركة

3 - 1 مفهوم القوة وانواعها : -

الشكل (1)

القوة هي: المؤثر الذي يغير أو يحاول تغيير الحالة الحركية للجسم أو شكل الجسم، وسلوك الاجسام يعتمد على محصلة القوى المؤثرة فيها ، مثلاً عندما





الشكل (4)

$$F = ma$$

$$1\,\mathrm{N} = 1\,\mathrm{kg\,m/s^2}$$

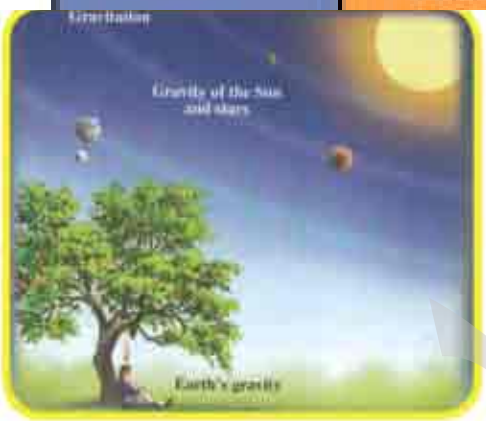
$$1\mathrm{N} = 1\mathrm{kg}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

تقاس القوة بوساطة قبان حلزوني لاحظ الشكل (5) جميع تلك القوى المذكورة تؤثر في جسمين بينهما تماس مباشر فتسمى بقوى التماس (contact forces)

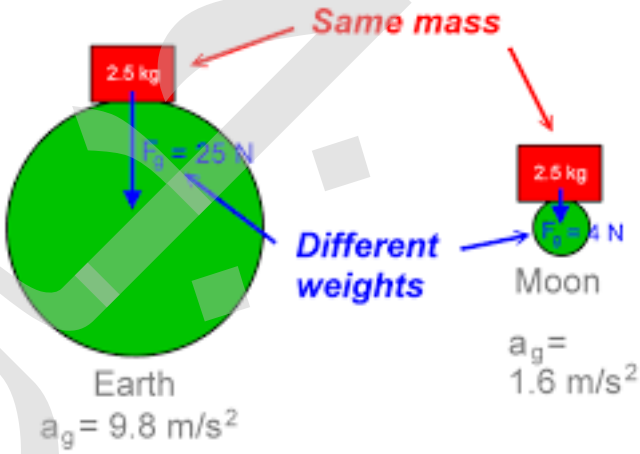
	Gravity	Weak (Electroweak)	Electromagnetic	Strong
Carried By	Graviton (not yet observed)	W^+ W^- Z^0	Photon	Gluon
Acts on	All	Quarks and Leptons	Quarks and Charged Leptons and W^+ W^-	Quarks and Gluons

a- قوة الجاذبية :-

هي قوة التجاذب المتبادلة بين اي كتلتين في الكون وهذه



الشكل (6)



رة

ن

رها

رض

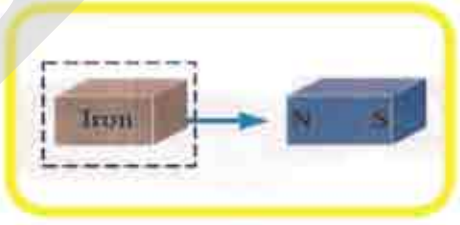
سلطها الكوكب او القمر على الاجسام القريبة

منه بوزن الجسم).

b- القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية :-

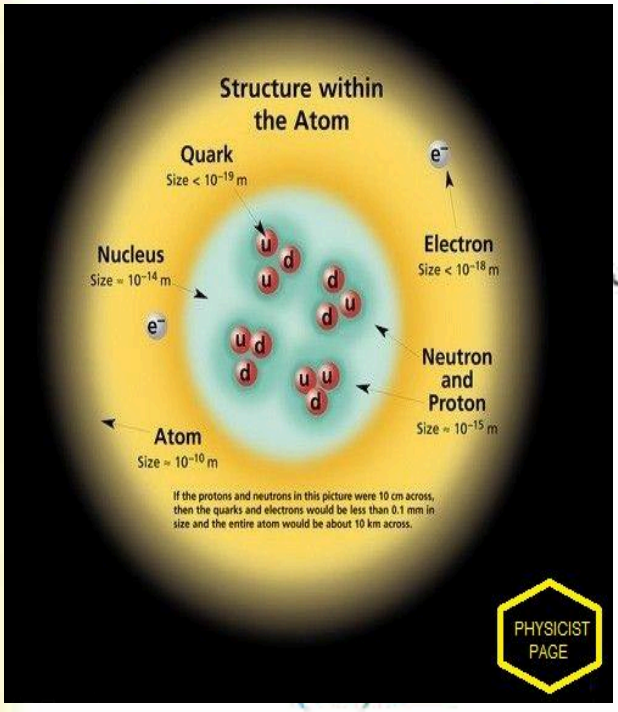
ومن امثلتها القوة الكهربائية بين شحنتين كهربائيتين مثل انجذاب قصاصات الورق نحو المشط المدلوك بقطعة صوف لاحظ الشكل (7) والقوة المغناطيسية التي تظهر بين قطبين مغناطيسيين او انجذاب قطعة الحديد نحو مغناطيس لاحظ الشكل (8).

الشكل (7)



الشكل (8)

UNIT 1 ARE YOU READY?



c- القوة النووية : -

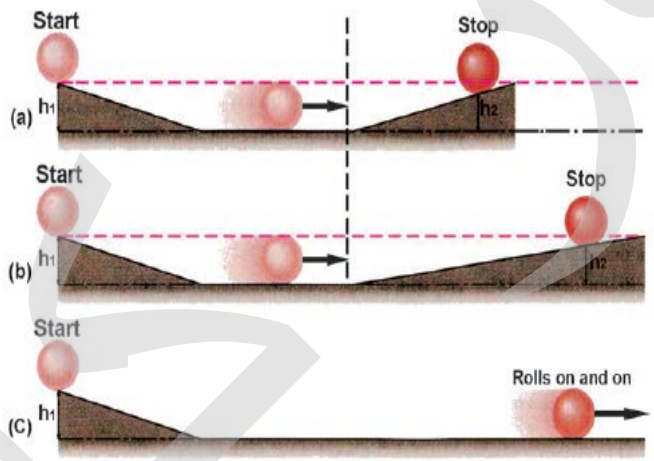
واحدة من القوى الأساس الموجودة في الطبيعة وتكون على نوعين لاحظ الشكل (9) .

النوع الاول : قوة نووية قوية :- وهي التي تربط مكونات النواة (نيوكلونات) مع بعضها لاحظ الشكل (9a) .

النوع الثاني : قوة نووية ضعيفة :- وهي المسؤولة عن انحلال جسيمات بيتا التي تحدث داخل النواة لاحظ الشكل (9b).

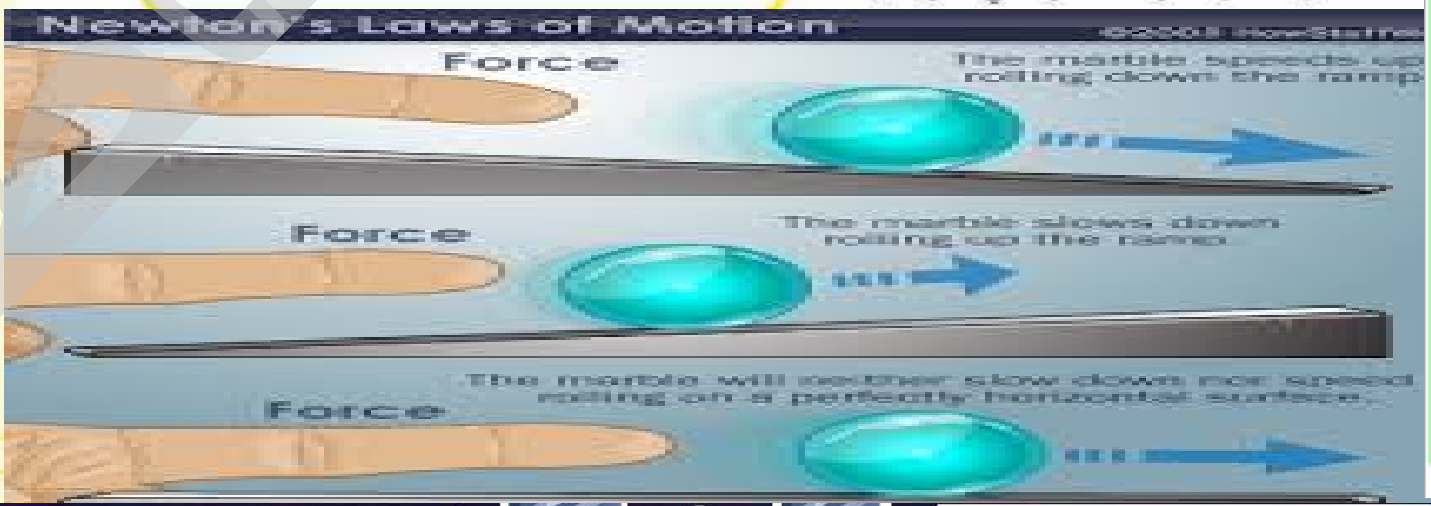
3-2 القصور الذاتي والكتلة : -

ترك كرة تتدحرج من قمة السطح الأوّل فان مقدار سرعتها يزداد أثناء نزولها وتبلغ مقدارها الاعظم عند اسفل السطح الأوّل وعندما تصعد هذه الكرة على السطح الثاني تقل سرعتها حتّى تتوقف عند ارتفاع تقريباً يساوي ارتفاعها الأوّل .



الشكل (10-a) ، وعند جعل ميل السطح الثاني اقل مما كان عليه سابقاً وجد ان الكرة في هذه الحالة تستمر على الحركة وتتوقف بعد ان تقطع مسافة اكبر من الحالة الاولى الشكل (10-b).

وعند جعل السطح الثاني افقياً وجد أن الكرة تستمر في حركتها



" Every object continues either at rest or in constant motion in a straight line unless it is acted upon by a net force "

س1: ما هو القصور الذاتي ؟
س2: ما علاقة القصور الذاتي بالكتلة ؟
س3: هل كتلة الجسم هي تلك الخاصية التي يمتلكها الجسم والتي تحدد مقدار المقاومة التي يبديها الجسم لاي تغيير في حالته الحركية ؟
س4: هل القصور الذاتي للجسم يعتمد على كتلة الجسم ؟

1 – يقصد بالقصور الذاتي لجسم ما على أنه خاصية الجسم في مقاومة التغير الحاصل في حالته الحركية . فلا تتغير سرعته اذا كان صافي القوة المؤثرة فيه تساوي

2 – القصور الذاتي للجسم يعتمد على كتلة الجسم.
3 – كتلة الجسم هي تلك الخاصية التي يمتلكها الجسم والتي تحدد مقدار المقاومة التي يبديها الجسم لأي تغيير في حالته الحركية.

- القصور الذاتي للجسم يعتمد على كتلة الجسم
- أي أن القصور الذاتي هي تلك الخاصية التي يمتلكها الجسم والتي تحدد مقدار المقاومة التي يبديها الجسم لاي تغيير في حالته الحركية.

3 – 3 قوانين نيوتن في الحركة: -

بنى العالم الفيزيائي اسحاق نيوتن نظريته في الحركة من خلال القوانين الثلاثة التي عرفت باسم قوانين نيوتن في الحركة، والتي وصف من خلالها تأثير القوى في حركة الاجسام.

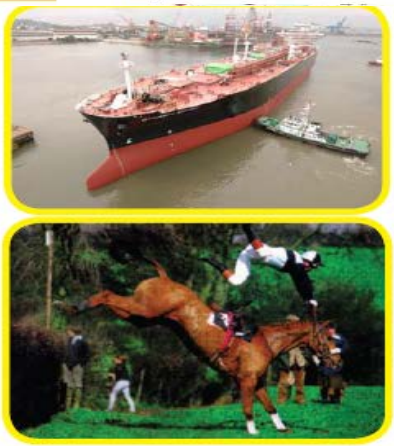
القانون الاول لنيوتن :-

يسمى هذا القانون بقانون القصور الذاتي. وقد توصل الى هذا القانون بالاعتماد على افكار غاليلو وينص على ان:

((في حالة انعدام محصلة القوى الخارجية المؤثرة في جسم فالجسم الساكن يبقى ساكناً واذا كان متحركاً بسرعة منتظمة فأنه يبقى متحركاً بسرعته المنتظمة))

لو كنت جالساً في سيارة واقفة، ماذا تشعر عندما تتحرك السيارة بصورة مفاجئة بتعجيل نحو الامام لاحظ الشكل (12-a) ؟ تجد ان جسمك يندفع الى الخلف وهذا يعني ان جسمك قاوم التغير الحاصل في حالته الحركية التي كان عليها فهو يحاول البقاء ساكناً.

الشكل (12a)



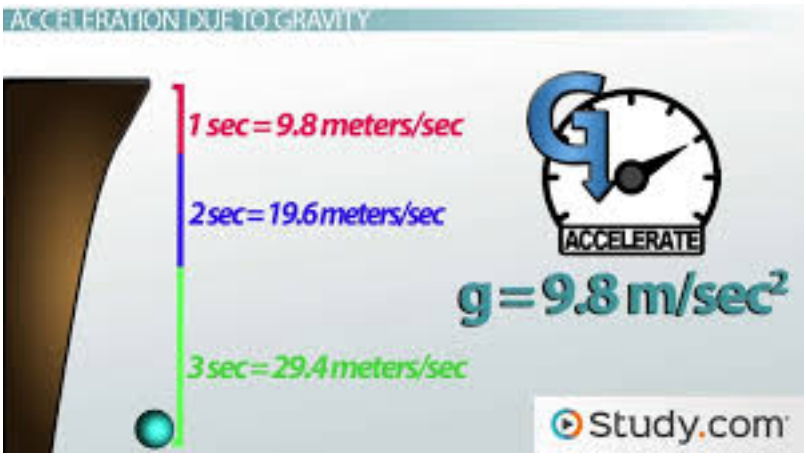
فكر ا صـ62 كتاب الطالب

1- لايمكن تحريك البآخرة الكبيرة من السكون بوساطة زورق صغير يؤثر فيها بقوة لاحظ الشكل (14) من كتاب الطالب.

2- يندفع الراكب على حصان إلى أمام (عندما يتوقف الحصان بصورة مفاجئة) ما تفسير ذلك ؟

الجواب : 1 – لان البآخرة الكبيرة تحتاج إلى قوة أكبر لكي تتحرك بوساطة زورق صغير يؤثر فيها بقوة ويحركها من السكون لان البآخرة تكون كتلتها كبيرة فهي تبدي مقاومة كبيرة على تغير حالتها الحركية (علاقة القصور الذاتي بكتلة الجسم) فالقصور الذاتي يعتمد على كتلة الجسم .فالقصور الذاتي هي تلك الخاصية التي يمتلكها الجسم والتي تحدد مقدار المقاومة التي يبديها الجسم لاي تغيير في حالته الحركية .

2 – لان جسم الراكب يمتلك استمرارية على الحركة ولا تؤثر فيه قوة خارجية تعمل على ايقافه لذا فانه يقاوم التغير الحاصل في سرعته (في حالته الحركية) فالراكب يحاول البقاء على حالته الحركية قبل ان يتوقف الحصان .



II. Newton's second law: The net force on a body is equal to the product of the body's mass and its acceleration.

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \qquad (5.1)$$

$$F_{net,x} = ma_x,\ F_{net,y} = ma_y,\ F_{net,z} = ma_z \qquad (5.2)$$

- The acceleration component along a given axis is caused only by the sum of the force components along the same axis, and not by force components along any other axis.

- System: collection of bodies.

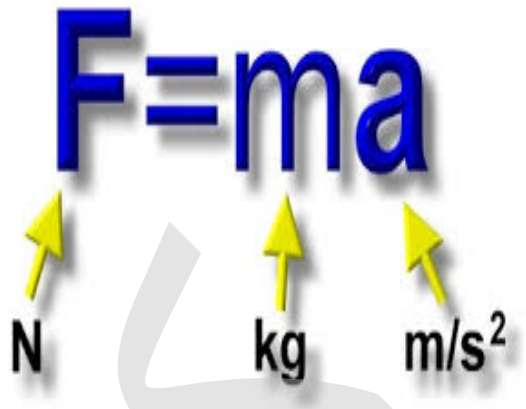
- External force: any force on the bodies inside the system.

III. Particular forces:

-Gravitational: pull directed towards a second body, normally the Earth →

$$\vec{F}_g = m\vec{g} \qquad (5.3)$$

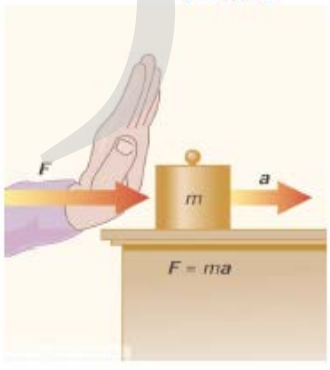
القانون الثاني لنيوتن :-

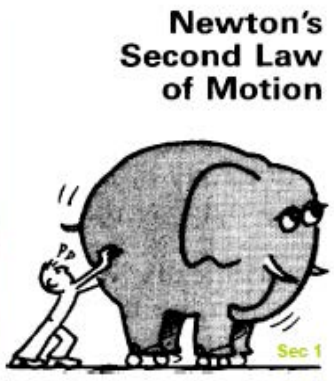


Newton's 2nd Law of Motion:

The amount of acceleration (a) produced by a force (F) depends on the mass (m) of the object being accelerated.

F= m a





التعجيل يساوي (2a)

التعجيل يساوي $\left(\frac{1}{2}a\right)$

الشكل (15)

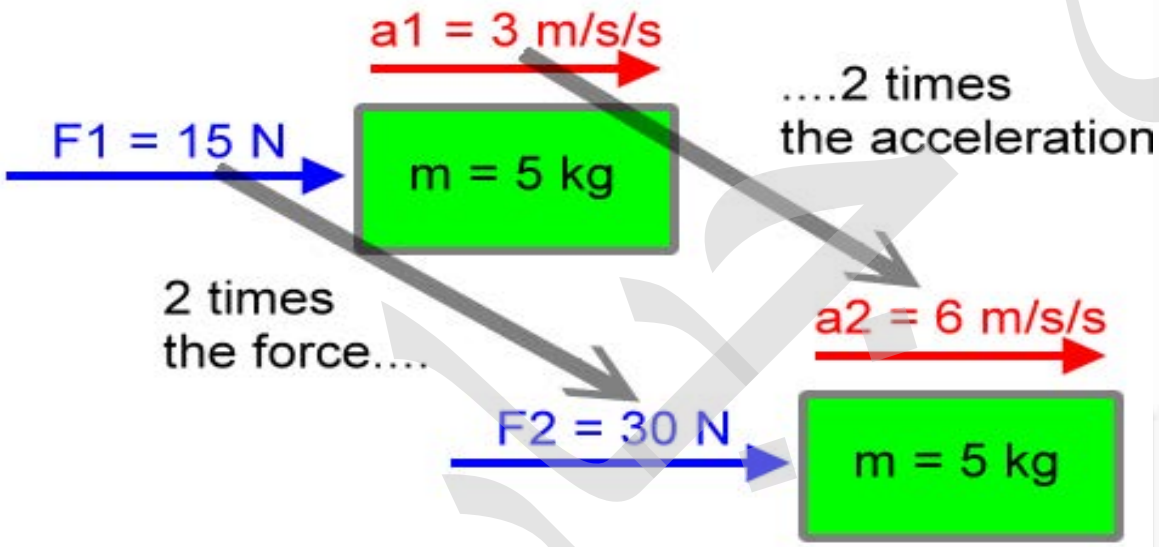
بتعجيل مقداره a لاحظ الشكل (15a) .

- اسحب القرص بقوة افقية أكبر على فرض $\sum F = (2\vec{F}_1)$

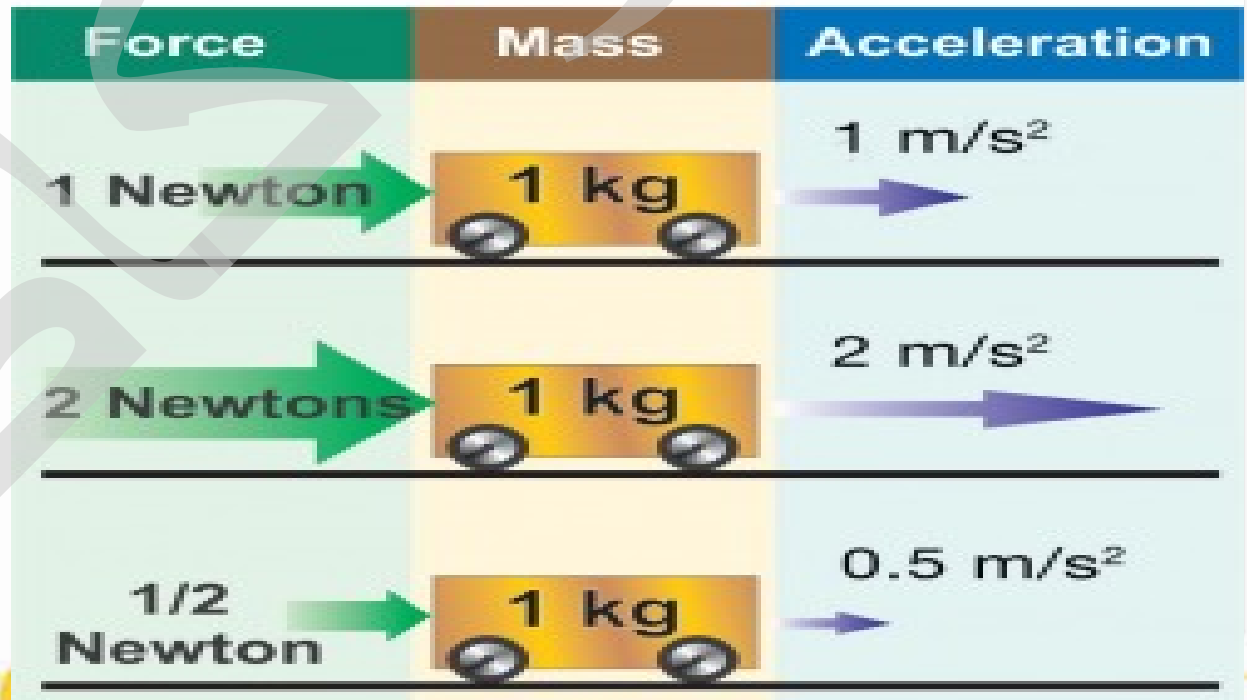
تجد ان القرص يتحرك على السطح الافقي بتعجيل اكبر يفترض انه (2a) أي يتضاعف تعجيل الجسم عند مضاعفة صافي القوة المؤثرة في الجسم لاحظ الشكل(15b).

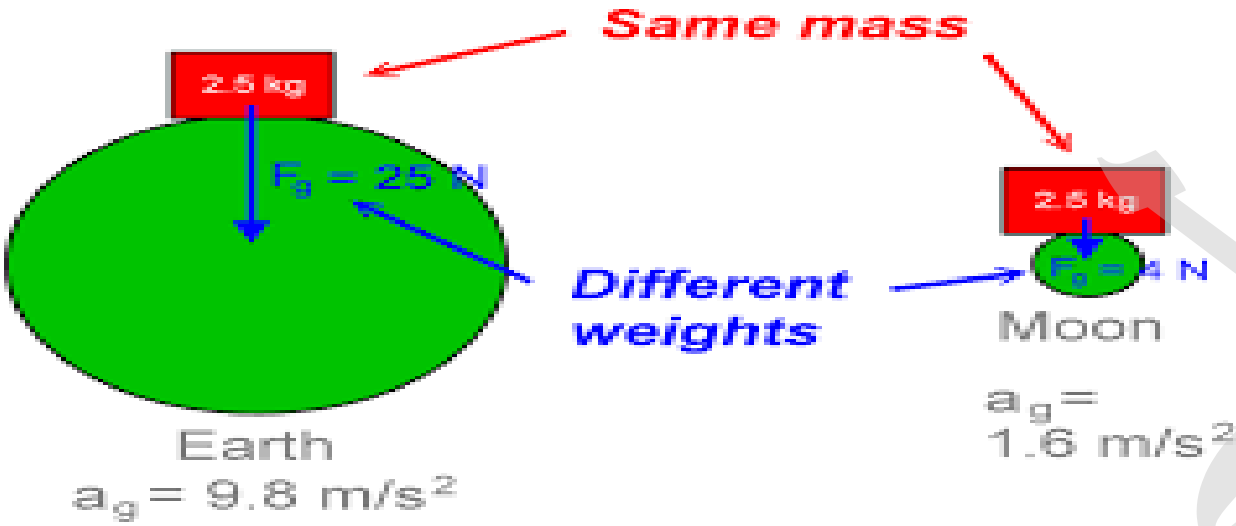
- اسحب القرص بقوة افقية أصغر على فرض $\sum F = \left(\frac{1}{2}F_1\right)$ لاحظ الشكل (15c)

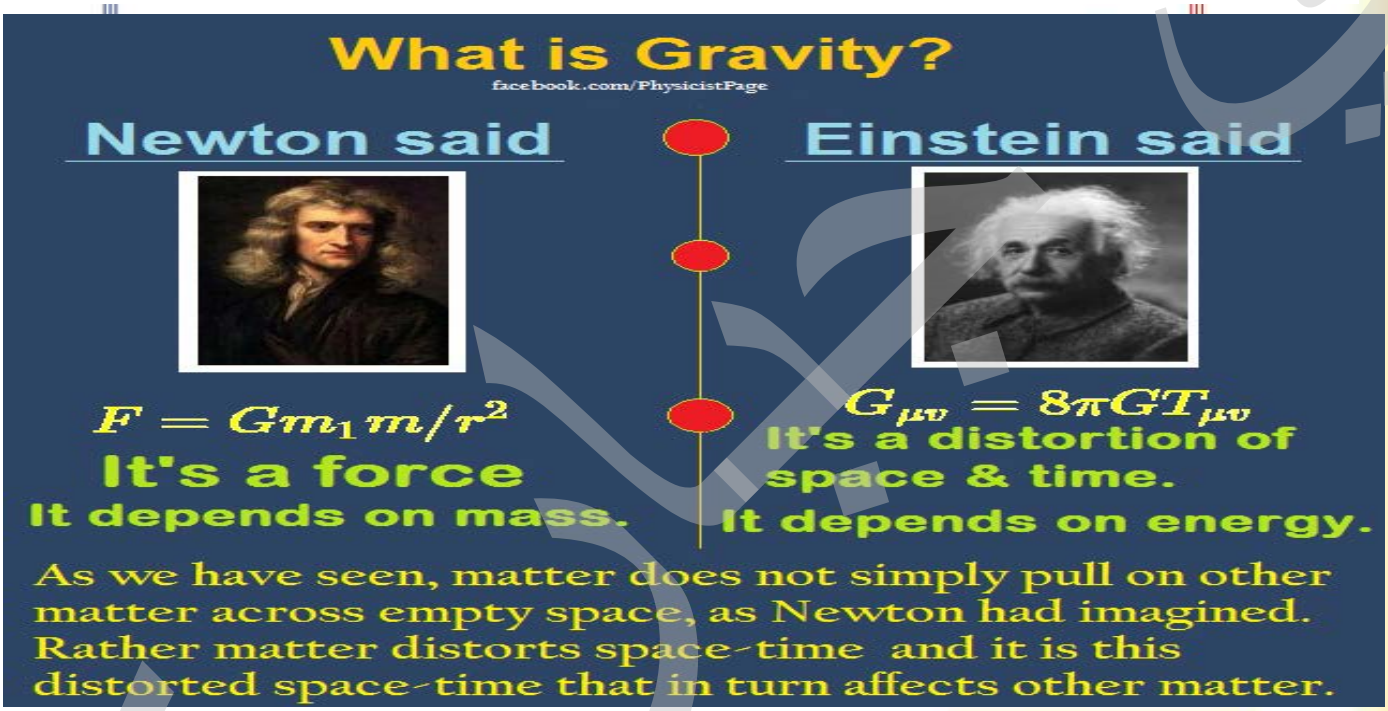
تجد ان القرص يتحرك على السطح الافقي بتعجيل أصغر يفترض انه = $\left(\frac{1}{2}a\right)$.



What it means to say
acceleration is proportional to force







الوزن والكتلة :-

من الواضح لدينا ان جميع الاجسام على سطح الارض تتأثر بقوة جذب نحو مركز الارض، فالقوة التي تؤثر بها الارض على الاجسام هي قوة الجاذبية (F_g) وان مقدار قوة الجاذبية الارضية المؤثرة في الجسم تسمى وزن الجسم (W) ، اي ان :

الشكل (17)

$$\text{Weight} = \text{mass} \times \text{acceleration of gravity}$$

$$\vec{w} = m\vec{g}$$

وطبقاً للقانون الثاني لنيوتن فان: $\vec{F} = m\vec{a}$

وعندئذ يكون $\vec{a}=\vec{g}$ ولجميع الاجسام الساقطة سقوطاً حراً (كما مر في الفصل الثاني) تسقط بتعجيل الجاذبية الارضية $(\vec{g})$ يتجه نحو مركز الارض (فتوضع إشارة سالبة دائماً أمام مقداره). ويتغير وزن الجسم عندما يتغير بعد الجسم عن مركز الارض طبقاً لقانون الجذب العام لنيوتن الذي ينص:

" كل كتلتين في الكون تجذب احداهما الاخرى بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الكتلتين وعكسياً مع مربع البعد بين مركزي الكتلتين "

$$\sum \vec{F} \alpha \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

$$\text{Gravitational forse} = \text{Constant} \times \frac{\text{First mass} \times \text{second mass}}{\text{Displacemant square}}$$

اذ أن :

$$\sum \vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

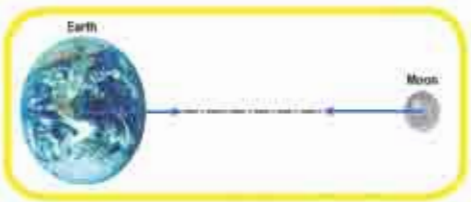
$\sum \vec{F}$ تمثل صافي القوة وهي قوة الجاذبية الارضية .

G ثابت الجذب العام ومقداره $(6.67 \times 10^{-11} \frac{N.m^2}{(kg^2)})$.

m_1 الكتلة الاولى.

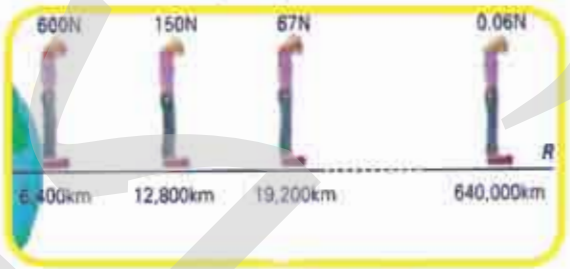
m_2 الكتلة الثانية.

d البعد بين مركزي الكتلتين.



الشكل (18)

بما ان مقدار الجاذبية الارضية يتغير بتغير بعد الجسم عن مركز الارض فيزداد عند اقتراب الجسم من مركز الارض. لاحظ الشكل (19).



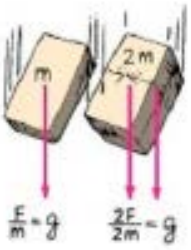
الشكل (19)

فكر

افرض انك تمتلك قطعة من الذهب وزنها (1N) وانت على سطح الارض ويمتلك رائد الفضاء ايضاً قطعة من الذهب وزنها (1N) وهو على سطح القمر . هل انت ورائد الفضاء تمتلكان الكتلة نفسها من الذهب؟ (واي منكما يمتلك ذهباً أكبر كتلة) .

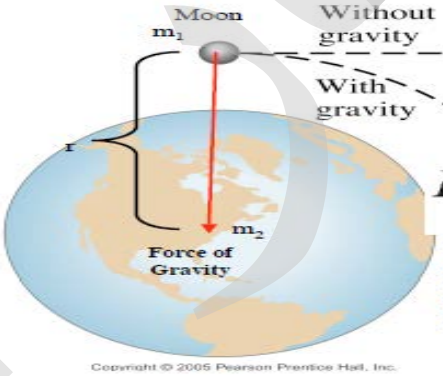
Why not Galileo's Laws of Motion?

- Galileo
  - Founded concepts of inertia and acceleration
  - First to measure acceleration of falling objects
  - But, could not explain why different masses fall freely at the same rate!
- Newton
  - Second law explains why!



An object with mass *m* feels a gravitational force *F*.

An object with twice the mass feels twice the force, but the ratio is the same in either case.



$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

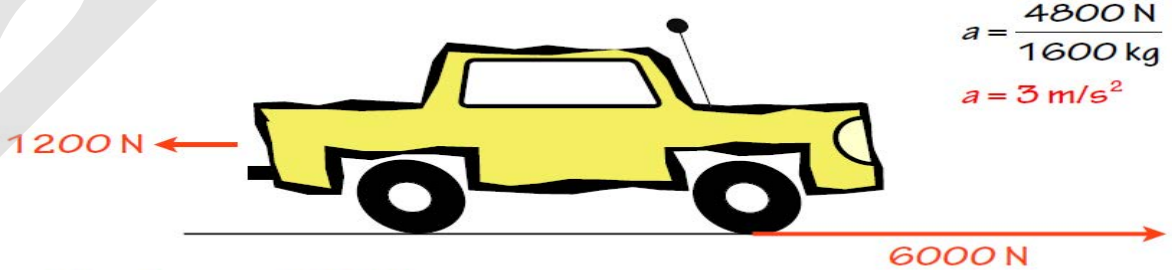
- G is the gravitational constant
- r is the distance between the objects
- M_1 and M_2 are the masses

- The engine of a 1600 kg car is apply to produce a force of 6000 N. There is 1200 N of friction and air resistance acting against the car. What is the acceleration of the car?

$$a = \frac{6000\ \text{N} - 1200\ \text{N}}{1600\ \text{kg}}$$

$$a = \frac{4800\ \text{N}}{1600\ \text{kg}}$$

$$a = 3\ \text{m/s}^2$$

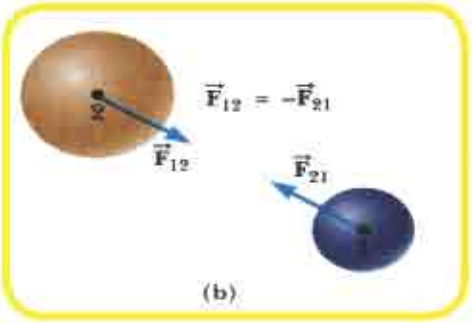


Net force = 4800 N

القانون الثالث لنيوتن :-

لقد تناول نيوتن في قانونه الثالث طبيعة القوى التي تؤثر في الاجسام ، واوضح ان القوى دائماً تكون مزدوجة لاحظ الشكل (20) , فاذا أثر الجسم الاول (m_1) بقوة ($\vec{F}_{12}$) على الجسم الثاني فان الجسم الثاني (m_2) سيؤثر بقوة ($\vec{F}_{21}$) على الجسم الاول وتكون هاتان القوتان متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه اي ان:

$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ وتقعان على خط فعل واحد وتؤثران في جسمين مختلفين.



الشكل (20)

ومن الجدير بالذكر انه لا يحصل الاتزان بتأثير هاتين القوتين فهما تؤثران في جسمين مختلفين وليس بجسم واحد .

تسمى القوة ($\vec{F}_{12}$) بقوة الفعل ، بينما القوة ($\vec{F}_{21}$) بقوة رد الفعل.

لاحظ الشكل (21) ، نجد ان المطرقة (hammer) تؤثر بقوة ($\vec{F}_{12}$) على المسمار (nail) التي تمثل الفعل ، فيكون رد فعل المسمار على المطرقة ($\vec{F}_{21}$) .

الشكل (21)

لقد صاغ نيوتن قانونه الثالث بالصيغة الاتية:

«لكل قوة فعل هناك قوة رد فعل تساويها بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه ولها خط التأثير نفسه وتؤثران في جسمين مختلفين ».

تذكر : ان قوة الفعل ورد الفعل هما قوتان

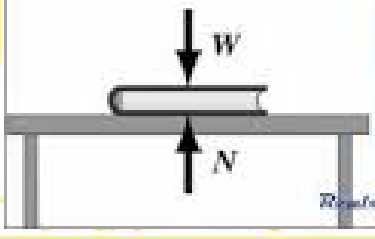
* متساويتان بالمقدار ومتعاكستان بالاتجاه .
* تؤثران في جسمين مختلفين .
* تقعان على خط فعل مشترك.

وهكذا فانه يمكن استخلاص النتائج الاتية من قانون نيوتن الثالث وهي :-

- الفعل ورد الفعل يمثلان زوجا من القوى المتبادلة ،فلا توجد قوة منفردة في الطبيعة

-يؤثر الفعل في جسم ورد الفعل في جسم آخر ولا يؤثران في جسم واحد

الشكل (22)



في رياضة التجذيف ، فإن الجالسون في القارب يدفعون الماء بقوة الى الخلف بوساطة المجذاف (وهي قوة فعل) وفي الوقت نفسه فإن الماء يدفع المجداف بقوة الى الامام (قوة رد الفعل) لذا يندفع القارب الى الامام لا حظ الشكل (23) .

الشكل (23)

السابح عندما يقفز على لوحة القفز لكي يغطس في الماء ، نجد ان السابح يدفع اللوحة بقوة الى الاسفل (تسمى بقوة الفعل) فنجد ان لوحة القفز ترتد عكسياً في الوقت نفسه فتدفع السابح بقوة نحو الاعلى (تسمى قوة رد الفعل) الشكل (24).

الشكل (24)

واندفاع الصاروخ الى الأعلى هو نتيجة لقوة رد فعل الغازات الخارجة من مؤخرته اما قوة الفعل فهي القوة التي يدفع بها الصاروخ الغازات الخارجة منه. لاحظ الشكل (25).

الشكل (25)

فكر

نعرف جميعاً ان الارض تجذب القمر نحوها ، هل القمر يجذب الارض نحوه ، واذا كان جوابك بنعم، فايهما اكبر قوة جذب؟ ام هما متساويتان ؟ وضح ذلك.

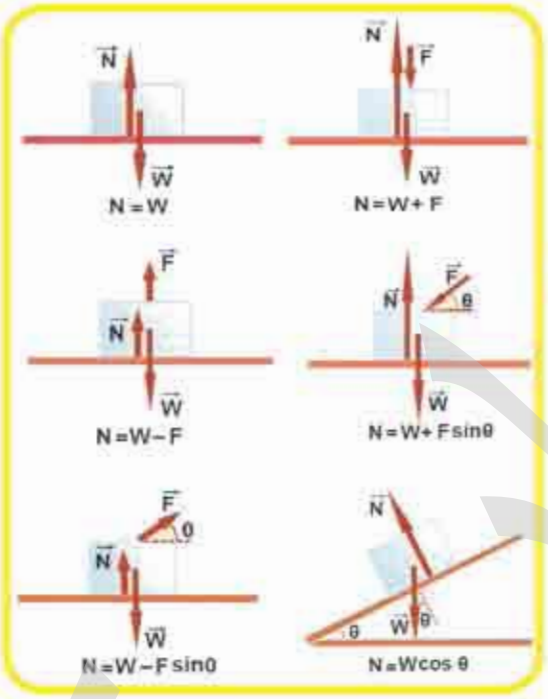
3 – 4 تطبيقات عن قوانين نيوتن في الحركة : -

سنناقش العلاقة بين القوة والتعجيل لجسم او لمجموعة من الاجسام (يطلق على مجموعة الاجسام بالنظام) .

فعندما يتحرك جسم ما بتعجيل منتظم ($\vec{a}$) نتيجة لتأثير قوة ثابتة ($\vec{F}$) لا نتطرق الى الظروف التي يكون فيها تعجيل الجسم (او النظام) يساوي صفراً ، لانها تعني حالة إتزان سندرسها في الفصل القادم لندرس الان القوى الاساس المؤثرة في جسم او نظام .

a القوة العمودية :-

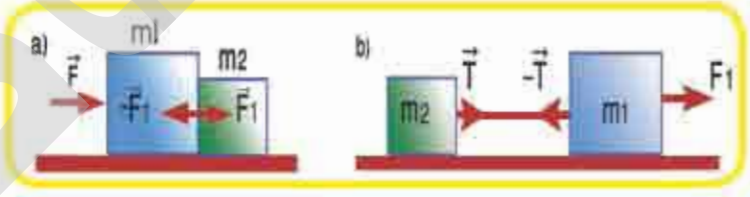
بالاعتماد على القانون الثالث لنيوتن ، عندما يوضع جسم على سطح فان ذلك السطح سيؤثر بقوة في الجسم الموضوع عليه ، الشكل (26) . (في حالة الجسم الساكن او المتحرك على السطح) وعند انعدام مثل هذه القوة فان الجسم سيغوص داخل ذلك السطح او ينزل للاسفل بتعجيل لاحظ الشكل(26) . وتسمى القوة العمودية التي يؤثر بها السطح على الجسم بالقوة العمودية ويرمز لها بـ ($\vec{N}$) وهذه القوة $\vec{N}$ تمتاز بإنها:



الشكل (26)

- عمودية دائماً على السطح وتتجه بعيداً عن السطح .
- هي قوة رد فعل السطح على الجسم و مقدارها غير ثابت فهو يساوي مقدار القوة المحصلة المؤثرة عمودياً على السطح باتجاه معاكس لتلك المحصلة والشكل (26) يوضح بعض من هذه القوى العمودية .

b قوة الشد :-



الشكل (27)

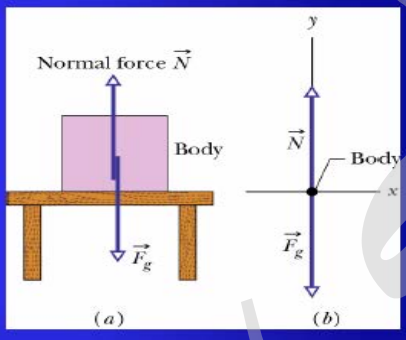
في حياتنا اليومية عندما نريد ان نحرك الاجسام نضطر الى سحبها بخيط او حبل او سلك وعندما يسحب الجسم بحبل فالحبل يؤثر بقوة في الجسم. لاحظ الشكل (27) .القوة التي يؤثر بها الحبل في الجسم تسمى بقوة الشد ويرمز لها ($\vec{T}$) . وفي أغلب التمارين نفرض ان الحبل (او الخيط او السلك) مهمل

- Weight: magnitude of the upward force needed to balance the gravitational force on the body due to an astronomical body →

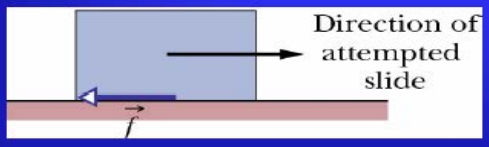
$$W = mg \qquad (5.4)$$

- Normal force: perpendicular force on a body from a surface against which the body presses.

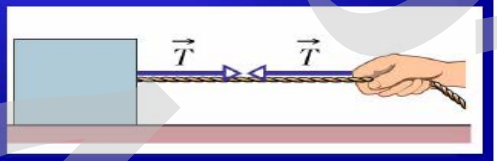
$$N = mg \qquad (5.5)$$



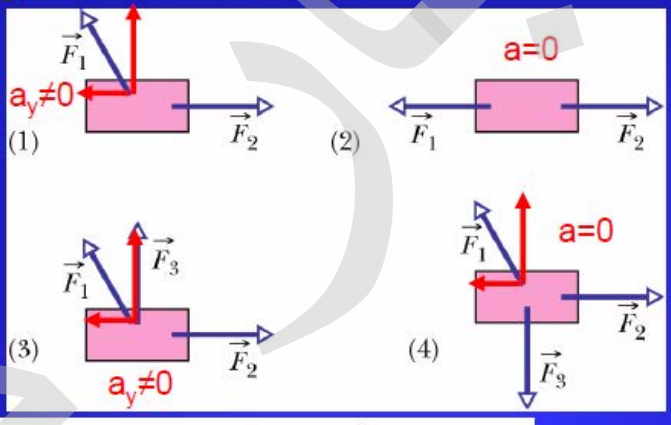
- Frictional force: force on a body when the body attempts to slide along a surface. It is parallel to the surface and opposite to the motion.

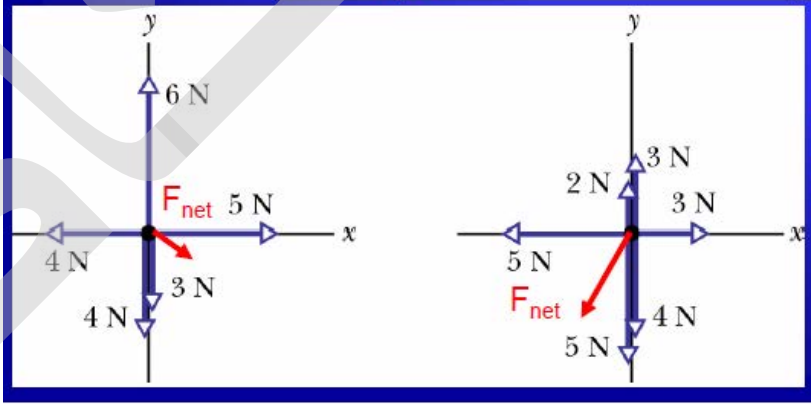


-Tension: pull on a body directed away from the body along a massless cord.

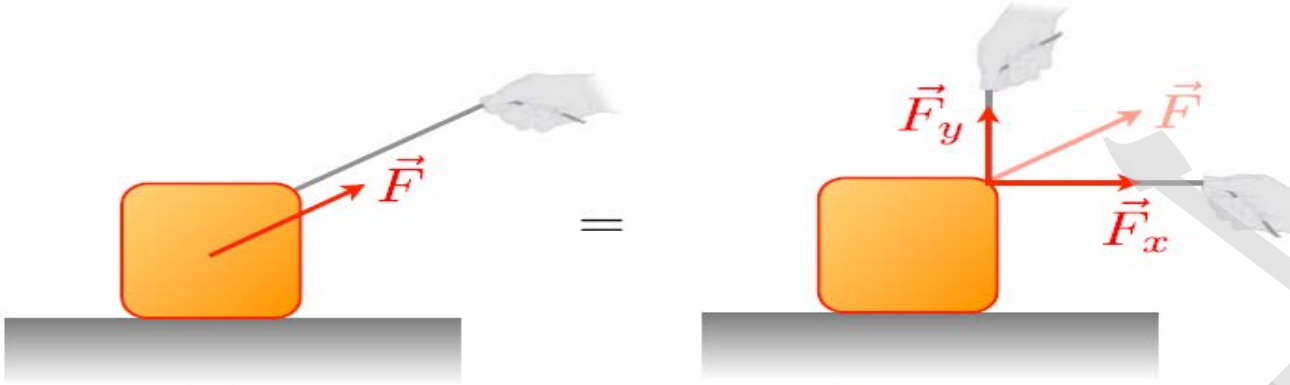


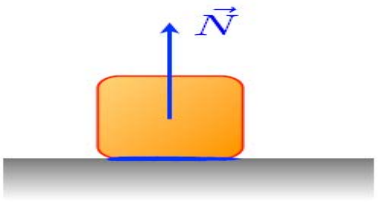
Q1. The figure below shows overhead views of four situations in which forces act on a block that lies on a frictionless floor. If the force magnitudes are chosen properly, in which situation it is possible that the block is (a) stationary and (b) moving with constant velocity?

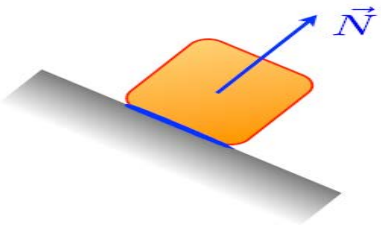




Q5. In which situations does the object acceleration have (a) an x-component, (b) a y component? (c) give the direction of a.

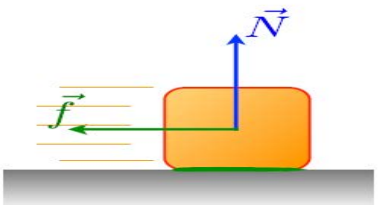






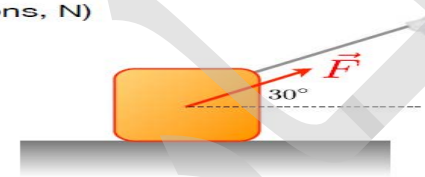
a normal force occurs when an object pushes on a surface

the force is perpendicular to the surface

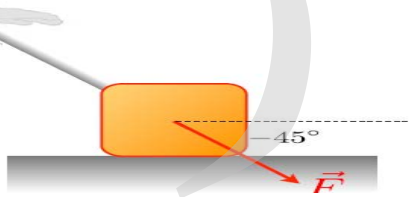


a friction force can occur parallel to the surface of contact

forces have magnitude (measured in Newtons, N) and direction

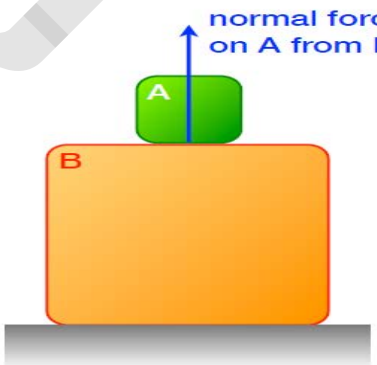


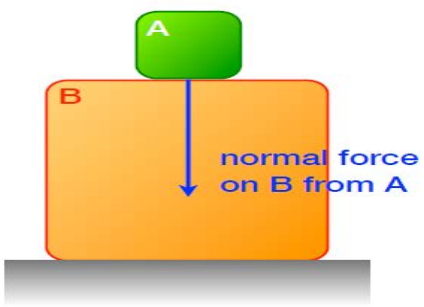
e.g. $|\vec{F}| = 10\,\mathrm{N}$



normal forces & Newton's third law

➔ box A sits on top of box B at rest

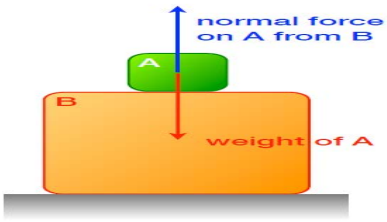




all the forces

➔ box A sits on top of box B at rest

what forces act on box A ?

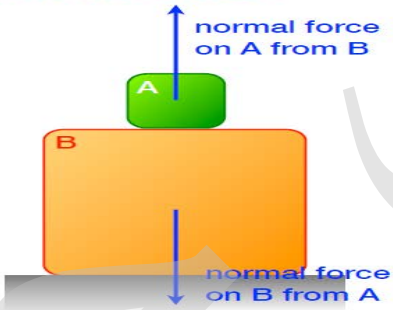


equal & opposite because the box is at rest - the **first** law

all the forces

➔ box A sits on top of box B at rest

what is the third law reaction force to the normal force on A from B ?



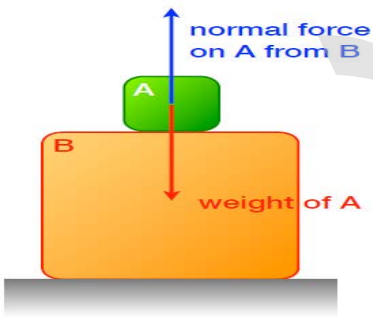
equal & opposite because of the **third** law - N.B. forces act on **different** objects

all the forces

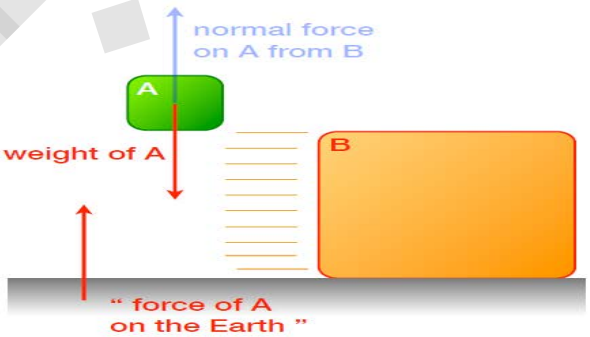
➔ box A sits on top of box B at rest

is the normal force on A the reaction force to the weight of A ?

NO !



they are equal & opposite,
but they aren't an action-reaction pair



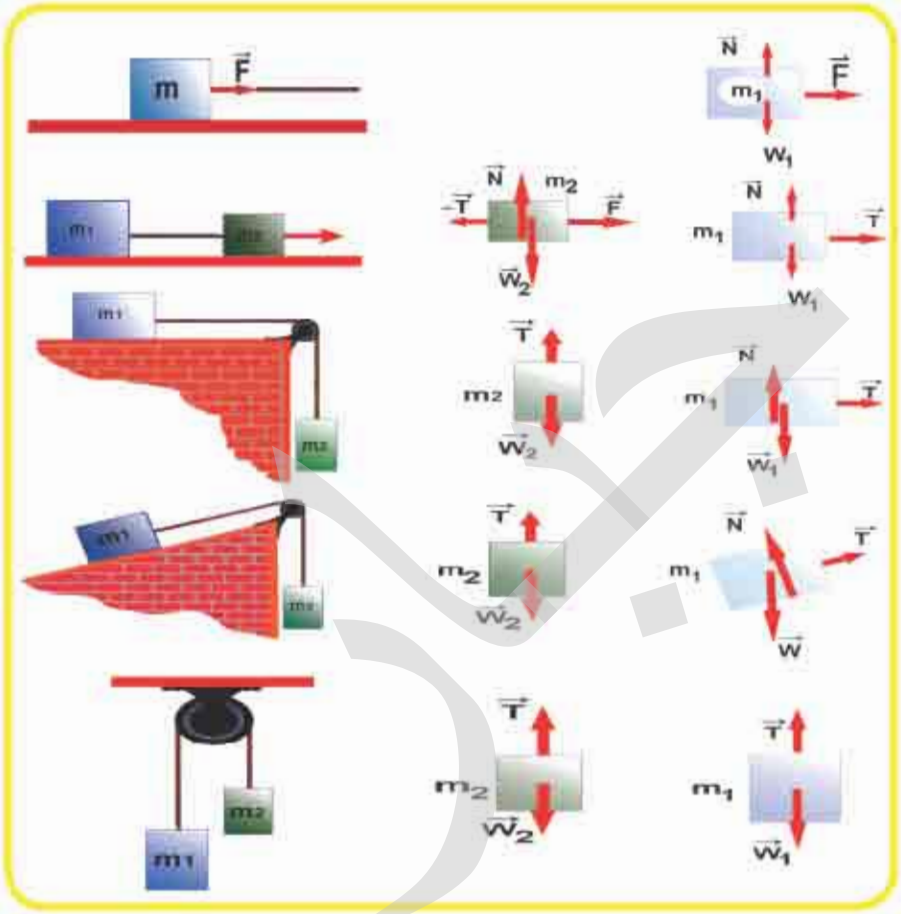
remove box B & the normal force goes away

5 - 3 مخطط الجسم الحر Free body diagram

عند حل التمارين في علم الحركة (dynamic) يكون من المهم :-

ان نحلل القوى المؤثرة في الجسم او في النظام بصورة صحيحة، لذا يعزل الجسم (الساكن او المتحرك) عن محيطه، ثم توضح كل قوة من القوى المؤثرة فيه وتسمى هذه الطريقة بمخطط الجسم الحر .

وفيما يأتي اشكال للقوى المطبقة على الاجسام لاحظ الشكل (30) :-



الشكل (30)

فكر في الشكل (31a) حصان يسحب زلاجة على الجليد بقوة افقية ، مسبباً تعجيل الزلاجة وضح على الشكل (31b) القوى المؤثرة في الزلاجة. وضح على الشكل (31c) القوى المؤثرة في الحصان .

الشكل (31)

مثال 1 جسمان كتلة احدهما (2kg) وكتلة الاخر (3kg) معلقين شاقولياً بطرفي حبل خفيف يمر فوق بكرة مهملة الوزن والاحتكاك لاحظ الشكل (32) .

إحسب مقدار تعجيل الجسمين والشد في الحبل افرض $g = 10\frac{m}{s^2}$

الحل/

الشكل (32a) جسمان موصولان بوساطة حبل خفيف يمر فوق بكرة مهملة الاحتكاك.

الشكل (32b) الشكل التخطيطي للجسمين (m_1 . m_2) (تكون قوة الشد في الحبل على جانبي البكرة متساوية لأن البكرة مهملة الوزن والإحتكاك)

صافي القوة المؤثرة في الجسم الصاعد 2kg هي :

$$T - m_1 g = m_1 a$$

$$T = 2 \times 10 + 2 \times a$$

$$T = 20 + 2a \ldots (1)$$

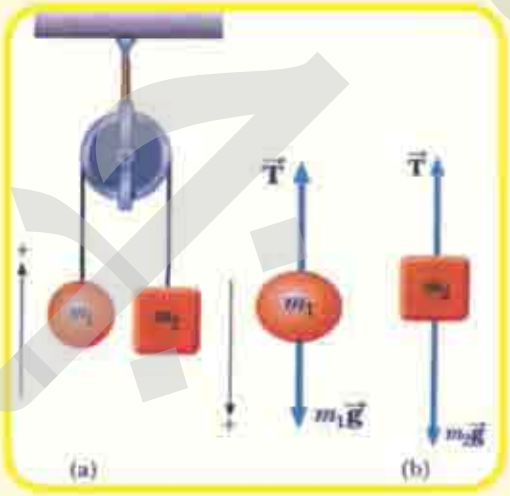
اما بالنسبة للجسم الثاني النازل بتعجيل:

$$m_2 g - T = m_2 a$$

$$3g - T = 3a$$

$$T = 3g - 3a$$

$$T = 30 - 3a \ldots (2)$$



الشكل (32)

الطرف الأيسر للمعادلة (1) يساوي الطرف الأيسر للمعادلة (2)

$$20 + 2a = 30 - 3a$$

$$5a = 10$$

$$a = 2\frac{m}{s^2}$$ تعجيل الجسمين

نعوض عن a في احدى المعادلتين ولتكن المعادلة (1) فينتج:

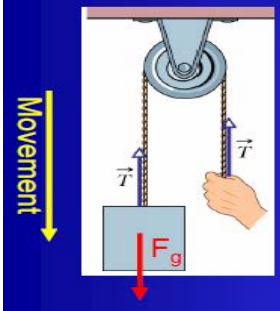
مقدار قوة الشد في الحبل $T = 20 + 2 \times 2$

$$T = 20 + 4 = 24N$$

سؤال

في المثال السابق ماذا تتوقع لو كانت: $m_1 = m_2$

Q. A body suspended by a rope has a weigh of 75N. Is T equal to, greater than, or less than 75N when the body is moving downward at (a) increasing speed and (b) decreasing speed?

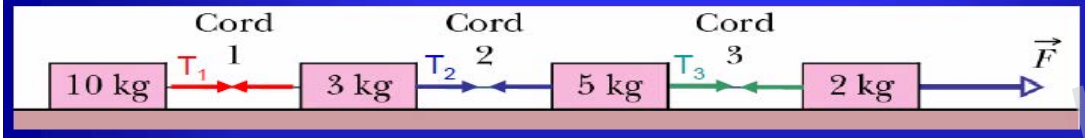


$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_g - \vec{T} = m\vec{a} \rightarrow T = m(g-a)$$

(a) Increasing speed: $v_f > v_0 \rightarrow a > 0 \rightarrow T < F_g$

(b) Decreasing speed: $v_f < v_0 \rightarrow a < 0 \rightarrow T > F_g$

Q8. The figure below shows a train of four blocks being pulled across a frictionless floor by force F. What total mass is accelerated to the right by (a) F, (b) cord 3 (c) cord 1? (d) Rank the blocks according to their accelerations, greatest first. (e) Rank the cords according to their tension, greatest first.



(a) F pulls m_{total}= (10+3+5+2)kg = 20kg

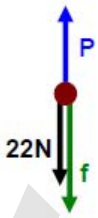
(b) Cord 3 → T_3 → m=(10+3+5)kg = 18kg

(c) Cord 1 → T_1 → m= 10kg

(d) F=ma → All tie, same acceleration

74. A block weighing 22N is held against a vertical wall by a horizontal force F of magnitude 60N. The coefficient of static friction between the wall and the block is 0.55 and the coefficient of kinetic friction between them is 0.38. A second P acting parallel to the wall is applied to the block. For the following magnitudes and directions of P, determine whether the block moves, the direction of motion, and the magnitude and direction of the frictional force acting on the block: (a) 34N up (b) 12N up, (c) 48N up, (d) 62N up, (e) 10N down, (f) 18N down.

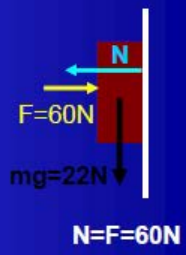
(a) P=34N, up



Without P, the block is at rest →

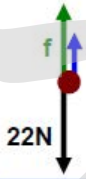
$$f_{s,\max} = \mu_s N = 0.55(60\,N) = 33\,N$$
$$f_k = \mu_k N = 0.38(60\,N) = 22.8\,N$$

$$P - mg - f = ma$$
$$If\ we\ assume\ \ f = f_s \rightarrow a = 0$$
$$34\,N - 22\,N = f \rightarrow f = 12\,N\ down$$
$$f < f_{s,\max} = 33\,N \rightarrow Block\ \ does\ \ not\ \ move$$



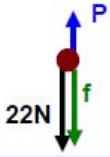
N=F=60N

(b) P=12N, up



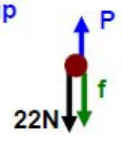
$$P + f - mg = ma = 0$$
$$f = 22\,N - 12\,N = 10\,N\ up$$
$$f < f_{s,\max} = 33\,N \rightarrow Not\ \ moving$$

(c) P=48N, up



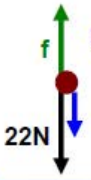
$$P - f - mg = ma = 0$$
$$f = 48\,N - 22\,N = 26\,N\ down$$
$$f < f_{s,\max} = 33\,N \rightarrow Not\ \ moving$$

(d) P=62N, up



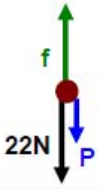
$$P - f - mg = 0\ \ (*) \rightarrow f = 62\,N - 22\,N = 40\,N\ up$$
$$f > f_{s,\max} = 33\,N \rightarrow Block\ \ moves\ \ up \rightarrow Assumption\ \ (*)\ \ wrong$$
$$\rightarrow P - f - mg = ma\ \ \ with\ \ \ f = f_k = 22.8\,N\ down$$

(e) P=10N, down



$$f - P - mg = ma = 0$$
$$f = 22\,N + 12\,N = 32\,N\ up$$
$$f < f_{s,\max} = 33\,N \rightarrow Not\ \ moving$$

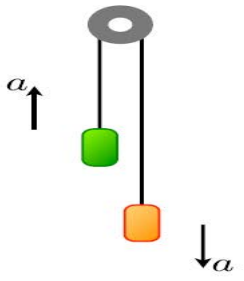
(f) P=18N, down

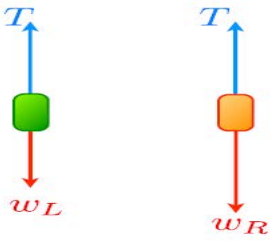


$$f - P - mg = ma = 0$$
$$f = 18\,N + 22\,N = 40\,N\ up$$
$$f > f_{s,\max} = 33\,N \rightarrow moves$$
$$f = f_k = 22.8\,N\ up$$

the Atwood machine

➔ let's explain the measurement using our theory of forces





$$T - w_L = m_L a$$
$$w_R - T = m_R a$$
$$w_R - w_L = (m_R + m_L)a$$
$$a = \frac{m_R - m_L}{m_R + m_L} g$$

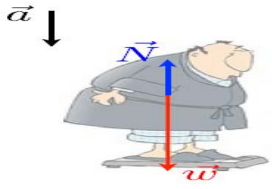
$$y = y_0 - v_0 t + \tfrac{1}{2} a t^2$$
$$t = \sqrt{\frac{2\Delta y}{a}}$$

$$m_L = 0.550\,\text{kg}$$
$$m_R = 0.560\,\text{kg}$$
$$\Delta y = 1.0\,\text{m}$$

losing weight the easy way

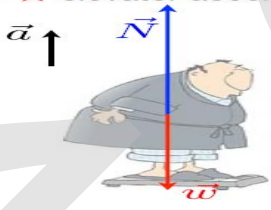
➔ now suppose you stand on bathroom scales while riding an elevator

★ elevator accelerating down



smaller reading on the scales
you "lost weight"

★ elevator accelerating up



larger reading on the scales
you "gained weight"

فكر/ ص65 كتاب الطالب

افرض انك تمتلك قطعة من الذهب وزنها (1N) وأنت على سطح الأرض ويمتلك رائد الفضاء ايضاً قطعة من الذهب وزنها (1N) وهو على سطح القمر. هل أنت ورائد الفضاء تمتلكان الكتلة نفسها من الذهب؟ (وأي منكما يمتلك ذهباً أكبر كتلة) .

الجواب :لا . رائد الفضاء يمتلك كتلة أكبر من الذهب .

التوضيح للمدرس: قوة جاذبية القمر اقل من قوة جاذبية الأرض .

تعجيل الجاذبية على سطح القمر $g_{Moon} = 1.67\ m/s^2$

تعجيل الجاذبية على سطح الأرض $g_{Earth} = 9.8\ m/s^2$

على سطح الأرض

$$W_{Earth} = m_1 \times g_{Earth}$$
$$1N = m_1 \times 9.8\,m/s^2$$
$$\therefore m_1 = \frac{1}{9.8} \simeq 0.102kg$$

كتلة الذهب التي يمتلكها الشخص على سطح الأرض

على سطح القمر

$$W_{Moon} = m_2 \times g_{Moon}$$
$$1N = m_2 \times 1.67\,m/s^2$$
$$\therefore m_2 = \frac{1}{1.67} \simeq 0.5988kg$$

كتلة الذهب التي يمتلكها رائد الفضاء وهو على سطح القمر

ومن هذا يتبين ان كتلة الذهب التي يمتلكها رائد الفضاء تكون أكبر من كتلة الذهب التي يمتلكها الشخص على سطح الأرض.

∴ الكتلة التي يمتلكها رائد الفضاء عند سطح الأرض لا تتغير وتساوي 0.5988kg

ولكن وزنها يساوي $W = m_2\ g_E = 0.5988 \times 9.8 = 5.86824\ N$

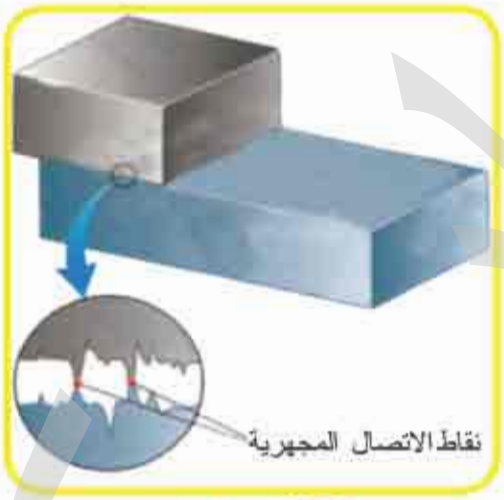
6 - 3 الاحتكاك Friction

عندما يتحرك جسم على سطح او خلال وسط لزج كالهواء او الماء ، توجد عندئذ مقاومة للحركة نتيجة تفاعل الجسم مع محيطه تسمى هذه المقاومة بقوة الاحتكاك. ان قوة الاحتكاك مهمة جدا في حياتنا اليومية فهي تسمح لنا بالمشي او الركض كما انها ضرورية لحركة الدواب والمركبات ذوات الدواليب وقد تكون ضارة كما في الاحتكاك الذي يظهر بين العجلة والمحور للدراجة او السيارة .

قوة الاحتكاك Friction force

حينما تؤثر محصلة قوى خارجية في جسم ما موضوع على سطح افقي خشن وتحاول تحريكه وبسبب حصول التلامس بين سطح الجسم والسطح الموضوع عليه تتداخل النتوءات الموجودة بين السطحين، مسببة قوة معيقة للحركة تسمى قوة الاحتكاك .

لاحظ الشكل (33) .



الشكل (33)

ويكون اتجاه تاثير قوى الاحتكاك مماسياً للسطحين ومعاكساً لاتجاه الحركة دوماً .

وان القوى الضاغطة بين السطحين تمثل القوة العمودية على السطح ويرمز لها بالرمز $\vec{N}$ وقد اظهرت النتائج التجريبية ان قوة الاحتكاك تظهر حتى لو كان الجسم في حالة سكون.

فاذا اثرت محصلة قوى في جسم ولم تستطيع تحريكه ، فلابدّ من وجود قوة احتكاك تمنع الجسم من الحركة. وحيث ان الجسم لا يزال في حالة سكون، فاننا نسمي قوة الاحتكاك في هذه الحالة، قوة الاحتكاك السكوني (static friction force) ونرمز لها بالرمز $\vec{f}_s$.

ويزداد مقدارها بزيادة القوة المؤثرة في الجسم ، حتى يصل مقدارها الاعظم (maximum) حينما يوشك الجسم على الحركة . وقد وجد تجريبياً ان المقدار الاعظم لقوة الاحتكاك السكوني (f_s) تتناسب مع القوة العمودية N ، حسب العلاقة التالية :

$$\vec{f}_{s\,max} = \mu_s \vec{N}$$

حيث ان μ_s يمثل معامل الاحتكاك السكوني.

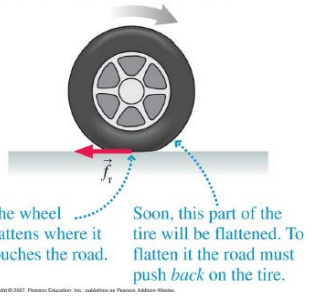
Rolling friction

Wheel is compressed by road as it rolls.
This results in a horizontal component of force that resists motion.

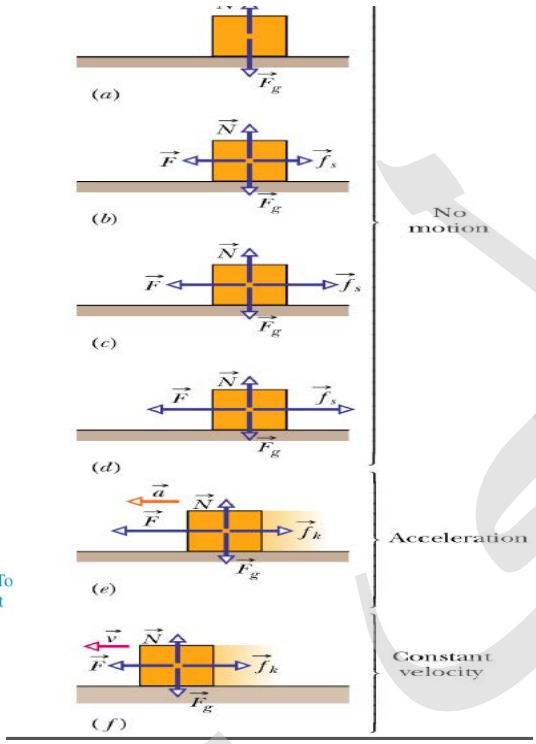
Behaves very similarly to kinetic friction (but much smaller); Roughly constant, proportional to normal force

$$F_r = \mu_r N$$

Don't confuse static friction in tyres with rolling friction. (Static friction keeps tyres gripping the road)


The wheel flattens where it touches the road.
Soon, this part of the tire will be flattened. To flatten it the road must push *back* on the tire.

10



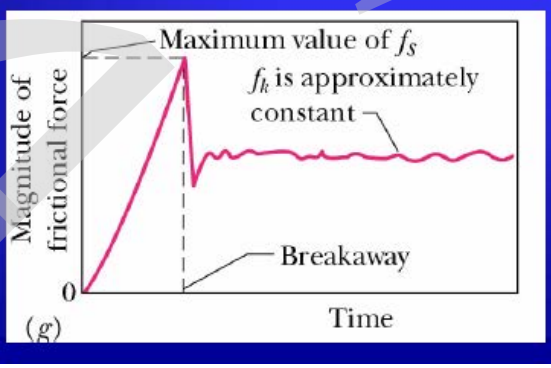
I. Frictional force

Counter force that appears when an external force tends to slide a body along a surface. It is directed parallel to the surface and opposite to the sliding motion.

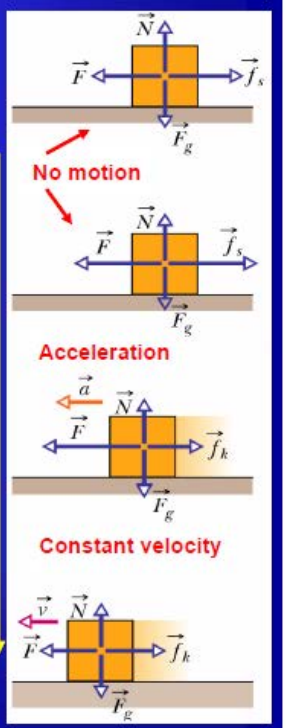
-Static: (f_s) compensates the applied force, the body does not move.

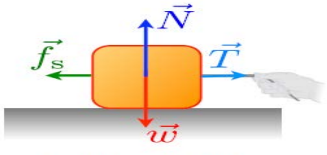
$$\vec{f}_s = -\vec{F}_{//}$$

-Kinetic: (f_k) appears after a large enough external force is applied and the body loses its intimate contact with the surface, sliding along it.



$\vec{F}$ (applied force)



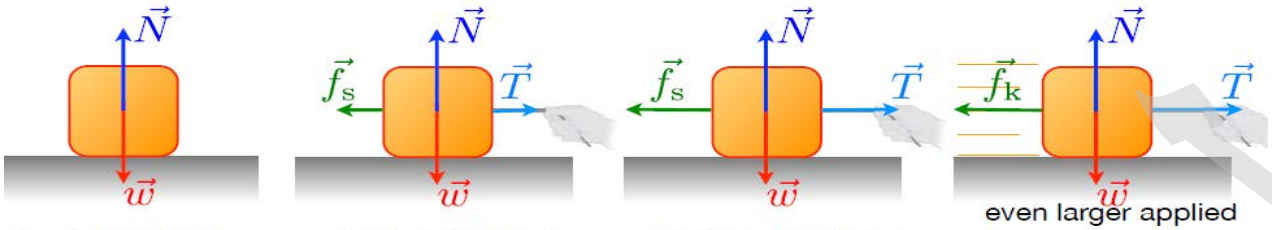


small applied force, box at **rest**
static friction force

$$f_s = T$$

static friction force matches the pull force & keeps the box at rest

friction

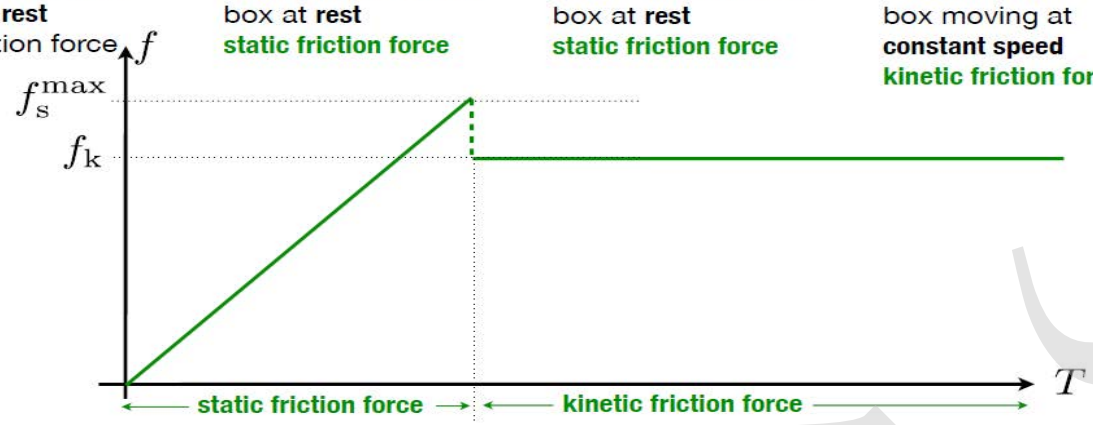


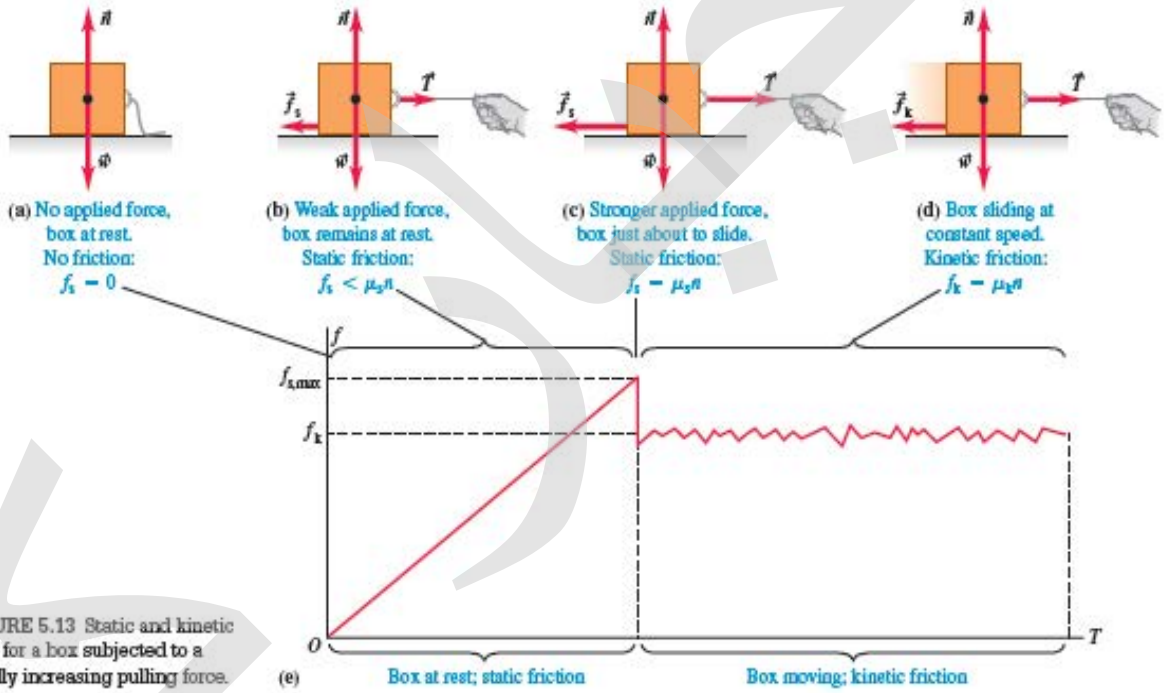
no applied force,
box at **rest**
no friction force

small applied force,
box at **rest**
static friction force

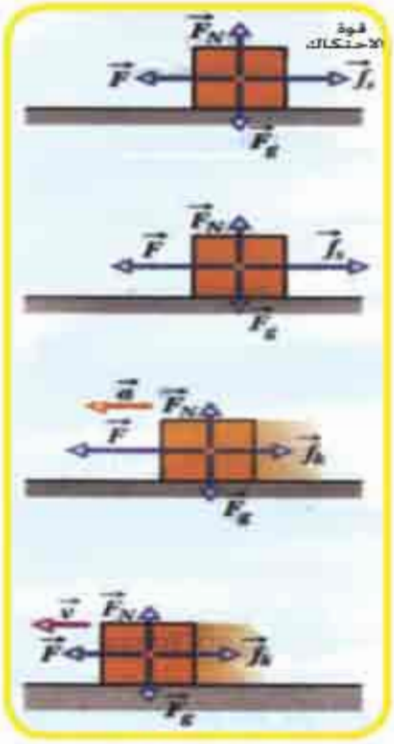
larger applied force,
box at **rest**
static friction force

even larger applied force,
box moving at
constant speed
kinetic friction force




(a) No applied force, box at rest. No friction: $f_s = 0$
(b) Weak applied force, box remains at rest. Static friction: $f_s < \mu_s n$
(c) Stronger applied force, box just about to slide. Static friction: $f_s = \mu_s n$
(d) Box sliding at constant speed. Kinetic friction: $f_k = \mu_k n$
f
$f_{s,max}$
f_k
O
T
(e)
Box at rest; static friction
Box moving; kinetic friction

▶ **FIGURE 5.13** Static and kinetic friction for a box subjected to a gradually increasing pulling force.



الشكل (34)

وحينما تزداد القوة المؤثرة في الجسم بشرط تتغلب على قوة الاحتكاك السكوني، يبدأ الجسم بالحركة فتقل قوة الاحتكاك بشكل كبير، وتسمى حينها قوة الاحتكاك الانزلاقي (الحركي) kinetic frictional force ونرمز لها بالرمز f_k لاحظ الشكل (34) .

وقوة الاحتكاك الانزلاقي قوة ثابتة ضمن حدود السرع الصغيرة ، وتتناسب طردياً مع القوة العمودية حسب العلاقة الاتية :

$$f_k = \mu_k \vec{N}$$

حيث ان: μ_K يمثل معامل الاحتكاك الانزلاقي coefficient of kinetic friction ومن الجدير بالذكر ان معامل الاحتكاك يعتمد على طبيعة الجسمين المتلامسين ولا يعتمد على مساحة السطحين المتلامسين .

مثال 2 وضع صندوق كتلته (400kg) على سطح افقي مائل خشن ، مُسك السطح من احد طرفيه وجعل يميل عن الافق ثم زيد ميله تدريجياً عن المستوى الافقي وعندما صارت زاوية ميل السطح 30° فوق الافق كان الصندوق على وشك الانزلاق احسب:

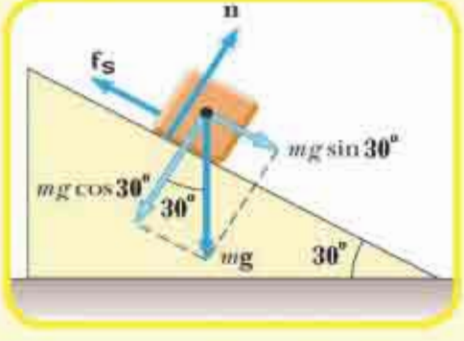
1- قوة الاحتكاك السكوني حينما يوشك الصندوق على الحركة .

2- تعجيل الصندوق اذا كان معامل الاحتكاك الانزلاقي $\mu_k = 0.1$.

الحل /

1- ∵ الجسم اصبح على وشك الحركة

$$\therefore f_s = m\,g\sin 30°$$
$$= 400 \times 10 \times 0.5$$
$$= 2000N$$



2- هنا ينقاد الصندوق الى القانون الثاني لنيوتن $\therefore \sum \vec{F}=m\vec{a}$

الصيغة الرياضية للقانون الثاني

$$\therefore\ mg\sin\theta - f_k = ma$$
$$mg\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta = ma$$
$$400 \times 10 \times 0.5 - \mu_k\,(mg\cos 30^\circ) = 400a$$
$$2000 - 0.1\,(400 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2}) = 400a$$
$$2000 - 340 = 400a$$
$$a = \frac{1660}{400}$$
$$a = 4.15\ m/s^2$$

مقدار تعجيل الصندوق

مثال3

وضع جسم كتلته (150kg) على سطح افقي كما موضح في الشكل (a) أثرت فيه قوة ساحبة (300N) تعمل زاوية 37° فوق الافق جعلته على وشك الحركة احسب:

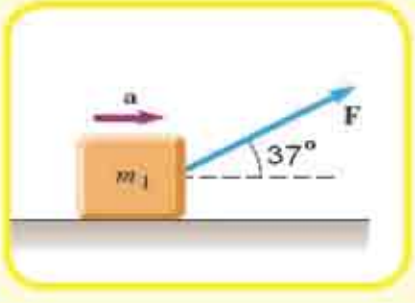
1- معامل الاحتكاك السكوني بين الجسم والسطح الافقي.

2- تعجيل الجسم لو تضاعفت القوة المؤثرة فيه ومعامل الاحتكاك الانزلاقي (الحركي) يكون مقداره($\mu_k = 0.1$).

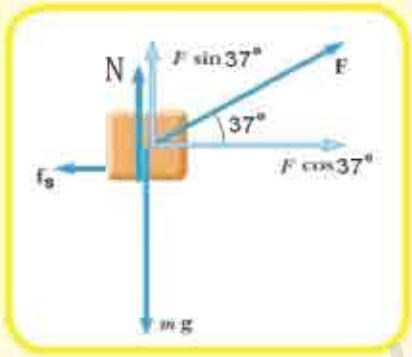
الحل /

1 - عندما يكون الجسم على وشك الحركة تكون قوة الاحتكاك السكوني تعادل المركبة الافقية للقوة .

$$\sum F_x = 0$$
$$f_s = F_x$$
$$f_s = F\cos\theta$$
$$f_s = 300 \times \frac{4}{5} = 240N$$



$$N = w - F_y$$
$$= 1500 - 300\sin\theta$$
$$= 1500 - 300 \times \frac{3}{5}$$
$$= 1500 - 180 = 1320N$$
$$\mu_s = \frac{f_s}{N} = \frac{240}{1320}$$
$$= 0.18$$



-2

عندما تتضاعف القوة فإن
فتكون مركبتها الافقية تساوي

$$F=600N$$

$$F\cos37^\circ = 600\times0.8 = 480N$$

ومركبتها الشاقولية تساوي

$$F\sin37^\circ = 600\times0.6 = 360N$$

وبما ان :-

$$\sum Fy = 0$$
$$N = w - F\sin37^\circ$$
$$= 1500 - 360 = 1140N$$

نحسب قوة الاحتكاك الانزلاقي (الحركي)

$$f_k = \mu_k N$$
$$= 0.1\times1140 = 114N$$

وطبقاً للقانون الثاني لنيوتن فإن

$$\sum F_x = ma$$
$$F\cos37^\circ - f_k = ma$$
$$480 - 114 = 150a$$
$$366 = 150a \Rightarrow a = 2.44m/s^2$$

اسئلة الفصل الثالث

س1 / أختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الأتية:

1 – أثرت محصلة قوى خارجية في جسم فحرّكته من السكون ، فإذا كان مقدار وإتجاه تلك المحصلة معلوماً وكتلته معلومة عندها يمكن تطبيق القانون الثاني لنيوتن لايجاد:

a) وزن الجسم .
b) انطلاق الجسم .
c) إزاحة الجسم .
d) تعجيل الجسم .

الجواب: d) تعجيل الجسم .

التّوضيح للمدرس:

حسب القانون الثاني لنيوتن $\Sigma\vec{F}=m\vec{a}$

وبما ان مقدار وإتجاه المحصلة معلوم $\Sigma\vec{F}$ وكتلة الجسم m معلومة لذلك يمكن ايجاد تعجيل الجسم $\vec{a}$.

2 – عندما يسحب حصانٌ عربة فان القوة التي تتسبب في حركة الحصان إلى الأمام هي:

a) القوة التي تسحب العربة.
b) القوة التي تؤثر فيها العربة على الحصان.
c) القوة التي يؤثر فيها الحصان على الأرض.
d) القوة التي تؤثر فيها الأرض على الحصان.

الجواب :d) القوة التي تؤثر فيها الأرض على الحصان.

التّوضيح للمدرس:

حسب القانون الثالث لنيوتن (لكل قوة فعل هناك قوة رد فعل تساويها بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه).

عند سير الحصان على الأرض فأن قدمه تدفع الأرض بقوة لها مركبة أُفقية تتجه نحو الخلف وفي الوقت نفسه فأن الأرض تدفع قدم الحصان بقوة لها مركبة أُفقية تتجه إلى الأمام وهذه المركبة (قوة أُفقية) تتسبب في حركة الحصان إلى الأمام .

3 – قوة الإحتكاك بين سطحين متماسين لاتعتمد على:

a) القوة الضاغطة عمودياً على السطحين المتماسين.
b) مساحة السطحين المتماسين.
c) الحركة النسبية بين السطحين المتماسين.
d) وجود زيت بين السطحين أو عدم وجوده.

الجواب :b) مساحة السطحين المتماسين.

التّوضيح للمدرس: $\vec{f}_k=\mu_k\vec{N}$

حيث ان :

$\vec{f}_k$ تمثل قوة الإحتكاك .

μ_k تمثل معامل الإحتكاك الحركي .

$\vec{N}$ تمثل القوة العمودية على السطح .

في الواقع ان اي سطحين لا يحصل بينهما تماس تام الا عند عدد قليل نسبياً من المواضع المرتفعة لذا تعتمد قوة الإحتكاك على طبيعة الجسمين المتلامسين .

4 – اذا اردت ان تمشي على ارض جليدية من غير إنزلاق فمن الافضل ان تكون حركتك:

a) بخطوات طويلة .
b) بخطوات قصيرة .
c) على مسار دائري .
d) على مسار منموج أُفقياً .

الجواب : b) بخطوات قصيرة .

التّوضيح للمدرس :

نحلل القوة الضاغطة إلى مركبتين عندما تكون الخطوات قصيرة فجعل قوة الإحتكاك بين قدم الشخص والأرض أكبر . وهذا يجعل المركبة الشاقولية للقوة الضاغطة $(N\sin\theta)$ أكبر عند إزدياد الزاوية θ مع الأُفق فتكون قوة الإحتكاك أكبر .

$f_k = \mu N \sin\theta$

ولكن في الخطوات الطويلة تقل الزاوية θ مع الأفق فيقل مقدار $\sin\theta$ وبذلك يقل مقدار القوة الضاغطة فتقل بذلك قوة الإحتكاك .

5 – الكتلتان (m_1 , m_2) مربوطتان بسلك مهمل الوزن كما في الشكل المجاور وكانت الكتلة m_1 تتحرك على سطح أفقي أملس في حين m_2 معلقة شاقولياً بطرف السلك.

فان الشد في السلك (T) يساوي :

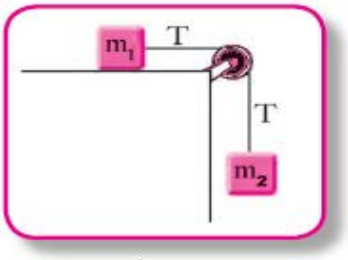
a) $T = 0$

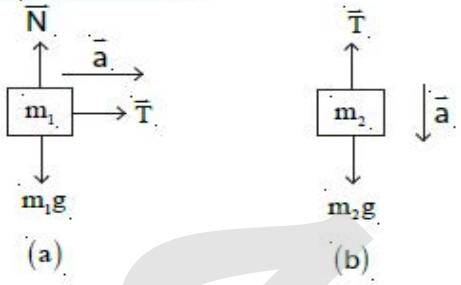
b) $T < m_2 g$

c) $T = m_2 g$

الجواب : b) $T < m_2 g$

التّوضيح للمدرس :





التّوضيح للمدرس :

من المخطط الحرّ للجسم(a) نلاحظ ان الكتلة m_1 تقع تحت تاثير ثلاث قوى الأولى $\vec{N}$ نحو الأعلى والثّانية $m_1 g$ نحو الأسفل . وهاتان القوتان لا تؤثران في تعجيل الحركة للكتلة m_1 . اما الثّالثة وهي القوة الوحيدة المؤثرة فيه وهي قوة الشد $\vec{T}$

و من المخطط الحرّ للجسم (b) نلاحظ ان الكتلة m_2 تقع تحت تأثير القوتين $\vec{T}$ نحو الأعلى و $m_2 g$ نحو الأسفل وبما ان الكتلة m_1 تتحرك على سطح أفقي أملس نحو اليمين . نستنتج ان الكتلة m_2 تتحرك نحو الأسفل.

$F = m_2 g - T$

$\therefore T = m_2 g - F$

$\therefore T < m_2 g$

6 – في الشكل المجاور الكتلتان (m_1 , m_2) تتصلان بطرفي حبل مهمل الوزن يمر على بكرة مهملةالوزن وعديمة الإحتكاك فإذا فرضنا $m_1 = m_2$ فأن تعجيل المجموعة:

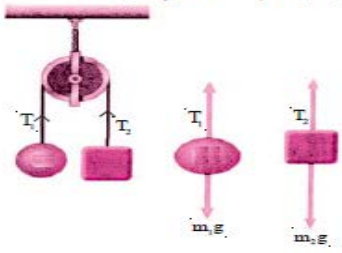
a) يساوي g .

b) أكبر من g .

c) صفراً .

d) اقل من g .

الجواب : c) صفراً .



التّوضيح للمدرس:

عندما تكون $m_1 = m_2$ فأن المجموعة في حالة إتزان (التعجيل = صفراً).

اذ تكون $m_1 g = m_2 g$

وهذا يعني ان $T_1 = T_2$

7 – سيارة كتلتها (m) تنزلق على سطح مغطى بالجليد (عديم الإحتكاك) مائل بزاوية θ كما مبين في الشكل المجاور ، فان تعجيل السّيارة يساوي:

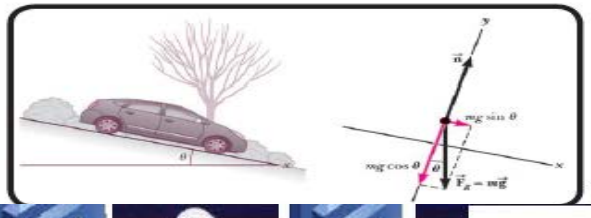
a) $g \sin\theta$

b) $\sin\theta / g$

c) $2g \sin\theta$

d) $\frac{1}{2} g \sin\theta$

الجواب: a) $g \sin\theta$



التّوضيح للمدرس:

$$\Sigma \bar{F} = m\,\bar{a} = m\,\bar{g}\,\sin\theta$$

تعجيل السّيارة على سطح ثلجي عديم الإحتكاك مائل بزاوية θ

$$\bar{a} = \bar{g}\,\sin\theta$$

8 – القوة الأفقية 40 N تلزم لجعل صندوق من الفولاذ كتلته 10kg على وشك الشروع بالحركة فوق أرضية أفقية من الخشب عندئذ يكون مقدار معامل الإحتكاك السكوني (μ_s) يساوي:

a) 0.08 b) 0.25

c) 0.4 d) 2.5

الجواب: c) 0.4 معامل الإحتكاك السكوني (μ_s)

التّوضيح للمدرس:

$$\bar{f}_s = \mu_s \bar{N}$$

$$\mu_s = \frac{\bar{f}_s}{\bar{N}}$$

$$= \frac{\bar{f}_s}{w} = \frac{\bar{f}_s}{m\bar{g}} = \frac{40}{10\times 10}$$

$$\mu_s = 0.4$$

9 – القوة 10N تكسب جسماً تعجيلاً مقداره $2m/s^2$ في حين القوة التي مقدارها 40N تكسب الجسم نفسه تعجيلاً مقداره يساوي:

a) $4m/s^2$ b) $8m/s^2$

c) $12m/s^2$ d) $16m/s^2$

الجواب: b) $8m/s^2$

التّوضيح للمدرس: بثبوت كتلة الجسم $\bar{a} \propto \Sigma \bar{F}$

$$\frac{\bar{F}_2}{\bar{F}_1} = \frac{\bar{a}_2}{\bar{a}_1}$$

$$\frac{40}{10} = \frac{\bar{a}_2}{2}$$

$$\therefore \bar{a}_2 = 8m/s^2$$

بتأثير القوة (40 N)

10 – جسم كتلته (m) معلق بحبل في سقف مصعد فإذا كان المصعد يتحرك للأعلى بسرعة ثابتة فان الشد في الحبل:

a) يكون مساوياً لـ (mg).

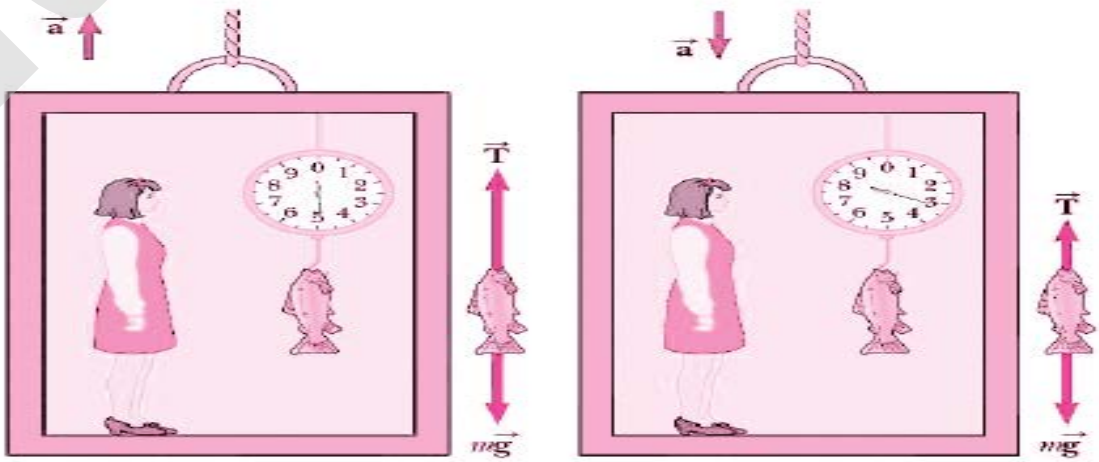
b) اقل من (mg).

c) أكبر من (mg).

d) تتحدد قيمته بناءً على مقدار السرعة.

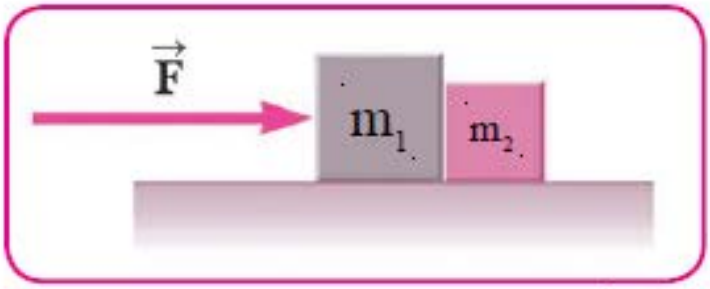
الجواب: a) يكون مساوياً لـ (mg).

التّوضيح للمدرس: اذا كان المصعد ساكناً أو يتحرك للأعلى بسرعة ثابتة (في أثناء صعود المصعد) أو يتحرك للأسفل بسرعة ثابتة (في أثناء نزول المصعد) فأن تعجيل الجسم المعلق يساوي صفراً والجسم في حالة إتزان والقوى في حالة تعادل فيكون $T=mg$

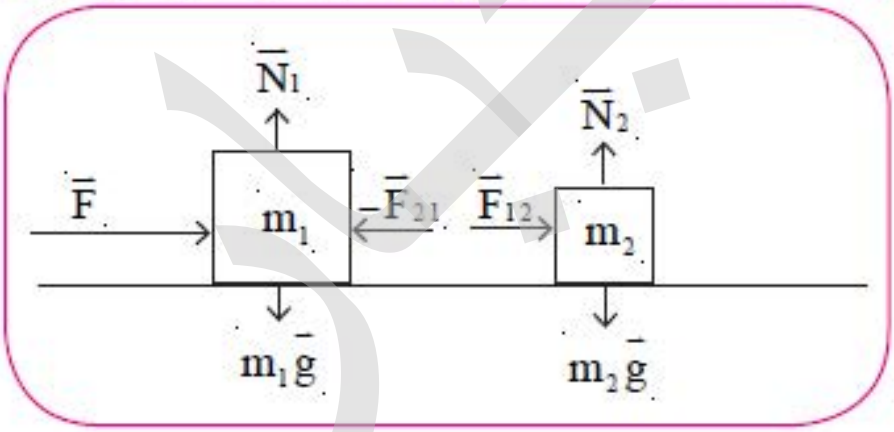


مسائل الفصل الثالث

س1 / يبين الشكل المجاور الجسمان (m_1, m_2) في حالة تماس موضوعان على سطح أفقي أملس. كانت كتلة الجسم الأوّل $m_1 = 4kg$ وكتلة الجسم الثاني $m_2 = 2kg$ فإذا أثرت قوة أفقية F مقدارها 12N تدفع الكتلة m_1 كما في الشكل. جد مقدار تعجيل المجموعة المؤلفة من الجسمين ؟



الجواب: بما ان السطح الأفقي أملس (مهمل الإحتكاك) ومحصلة القوى الشاقولية تساوي صفراً لان $\bar{N}=\bar{W}$ فعندئذٍ تكون القوة $\bar{F}$ هي القوة الخارجية الوحيدة المؤثرة في النظام اما القوى الداخلية هي عادة توجد بشكل قوى مزدوجة.

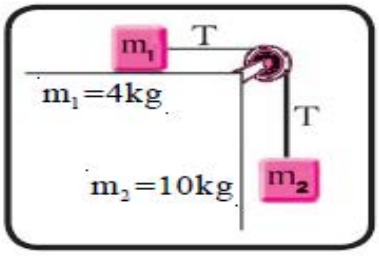


$$\Sigma \bar{F}_x = m\bar{a} = (m_1+m_2)\bar{a}$$

$$a = \frac{F}{(m_1+m_2)} = \frac{12}{4+2} = \frac{12}{6}$$

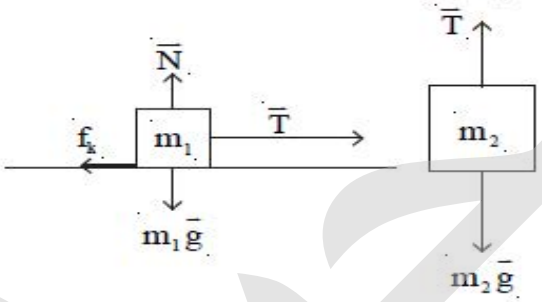
$$a = 2N/kg$$

$$= 2m/s^2$$



س2/ جسم كتلته 4kg موضوع على سطح أُفقي خشن ويتصل بطرف سلك يمر على بكرة ملساء ومهملة الوزن ومعلق بالطرف الآخر للسلك جسم كتلته 10kg وبوضع شاقولي كما مبين في الشكل المجاور إحسب معامل الإحتكاك بين الجسم (m_1) والسطح الأُفقي حينما تتحرك المجموعة من السكون بتعجيل مقداره $6m/s^2$.

الجواب : عند تطبيق القانون الثاني لنيوتن على النظام ككل فان القوى الخارجية تؤخذ في الحساب من غير الاعتماد على القوى الداخلية اما عندما تاخذ النظام بصورة مجزئة إلى مكوناته فان القوة الداخلية التي كانت تؤثر فيه تُعَد قوى خارجية مؤثرة في كلّ جسم مكون له .



الجواب :

المركبة الأُفقية $(T-f_K)=m_1a$

$(T-\mu_K N)=m_1a$

$T-\mu_K \times m_1g=m_1a$

$T=\mu_K \times 4\times 10+4\times 6$

$T=40\mu_K+24 \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$

الحركة الشاقولية $m_2g-T=m_2a \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$

$10\times 10-T=10\times 6$

نعوض في المعادلة (1) $\therefore\ T=100-60=40$

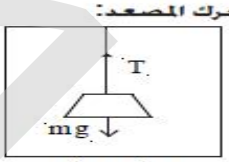
$40=40\mu_k+24$

$\therefore \mu_k=\frac{16}{40}=0.4$

س3/ جسم كتلته 1kg معلق بسقف مصعد بوساطة سلك مهمل الوزن لاحظ الشكل المجاور ، إحسب مقدار الشد (T) في السلك عندما يتحرك المصعد:

a) نحو الأعلى بتعجيل $2m/s^2$

b) نحو الأسفل بتعجيل $2m/s^2$



(مصعد)

الجواب: a) نحو الأعلى بتعجيل $2m/s^2$

يكون $T>mg$

$\bar{T}-m\bar{g}=m\bar{a}$

$T=mg+ma$

$=1\times 10+1\times 2$

$\bar{T}=12\ N$

b) نحو الأسفل بتعجيل $2m/s^2$

تكون $mg>T$

$m\bar{g}-\bar{T}=m\bar{a}$

$T=mg-ma$

$=1\times 10-1\times 2$

$T=8\ N$

س4/ قوة أُفقية ثابتة مقدارها $(20N)$ أثرت في جسم ساكن كتلته $(2kg)$ موضوع على سطح أُفقي أملس ، احسب:

a) انطلاق الجسم في نهاية الثّانية الأوّلى من حركته.

b) الإزاحة التي قطعها الجسم خلال 3s من بدء حركته.

الجواب : a) لحساب انطلاق الجسم في نهاية الثانية الأولى من حركته.

$$\bar{F} = m\bar{a}$$

$$20 = 2\bar{a}$$

$$\therefore \bar{a}=10\ N/kg= 10\ m/s^2$$

$$\upsilon_f = \upsilon_i + at$$

$$\upsilon_f = 0+10\times 1$$

$$\upsilon_f = 10\ m/s$$

انطلاق الجسم في نهاية الثانية الأولى من حركته

b) لحساب الإزاحة التي قطعها الجسم خلال 3s من بدء حركته.

$$\Delta x = \upsilon_i t+\frac{1}{2}at^2$$

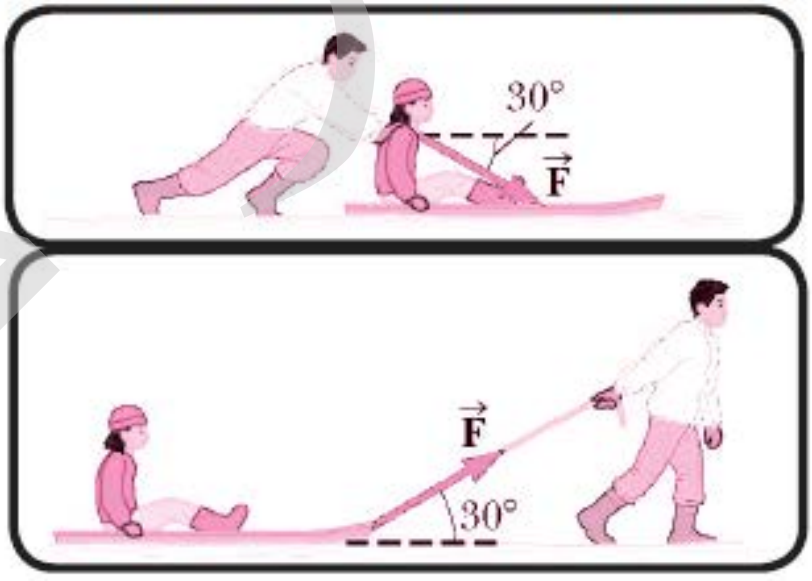
$$=0+\frac{1}{2}(10)(3)^2$$

$\Delta x=45\ m$ الإزاحة التي قطعها الجسم خلال 3s من بدء حركته

س5/ في الشكل أدناه شخص يدفع ابنته وهي جالسة على لوح للتزحلق على الجليد .أي من القوتين التاليتين افضل ان يحرك الشخص ابنته لكي تسير على الجليد بسهولة :

a) يدفعها من خلال التأثير بقوة ($\bar{F}$) في كتفها بزاوية 30° تحت الأفق .

b) يسحبها بالقوة ($\bar{F}$) نفسها بوساطة حبل يميل بزاوية 30° فوق الأفق .



الجواب:

الحالة b) يسحبها بالقوة ($\overline{F}$) نفسها بوساطة حبل يميل بزاوية 30° فوق الأفق

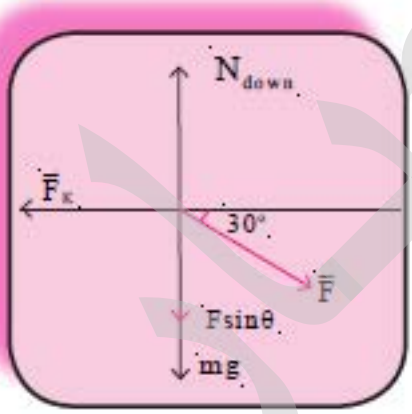
ان قوة الإحتكاك المعرقلة للحركة في الحالة (b) تكون أصغر مما يؤدي الى السير على الجليد بسهولة اكثر مما في الحالة (a) .

التوضيح للمدرس:

الحالة a) يدفعها من خلال التأثير بقوة ($\overline{F}$) في كتفها بزاوية 30° تحت الأفق .

$$\overline{N}_{down}=mg+F\sin\theta$$

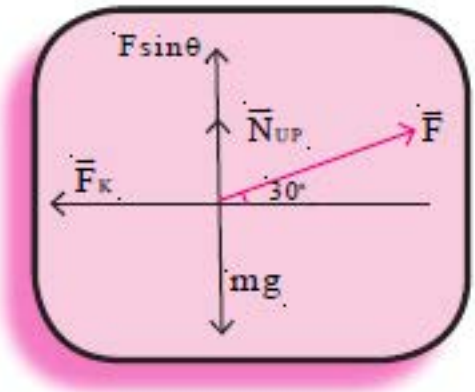
$$\overline{F}_k=\mu_k\overline{N}_{down}=\mu_k(mg+F\sin\theta)$$ قوة الإحتكاك المعرقلة للحركة أكبر



الحالة b) يسحبها بالقوة ($\overline{F}$) نفسها بوساطة حبل يميل بزاوية 30° فوق الأفق

$$\overline{N}_{up}=mg-F\sin\theta$$

$$\overline{F}_K=\mu_K\overline{N}_{up}=\mu_K(mg-F\sin\theta)$$ قوة الإحتكاك المعرقلة للحركة أصغر



Example 3: A person is pushing a 49 kg box so that the applied force of 950 N is at an angle as shown in Illustration 2. The coefficient of kinetic friction is 0.37. **Determine** the acceleration of the box.

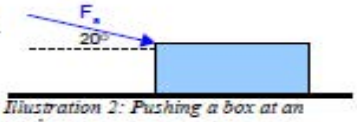


Illustration 2: Pushing a box at an angle.

This is a more realistic question, in that you probably do not often pull or push something exactly parallel to the ground. Pushing at an angle as shown in the diagram is more reasonable. We will need to calculate the components of F_a.

First draw the free body diagram.

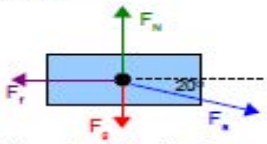


Illustration 3: Free body diagram.

Now break F_a into components.

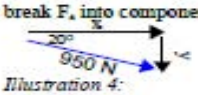


Illustration 4: Components of applied force.

$$X-Component \quad \cos\theta=\frac{adj}{hyp}$$
$$adj=\cos\theta(hyp)$$
$$adj=\cos 20^o(950)$$
$$adj=892.707N$$

$$Y-Component \quad \sin\theta=\frac{opp}{hyp}$$
$$opp=\sin\theta(hyp)$$
$$opp=\sin 20^o(950)$$
$$opp=324.919N$$

The x-component is what is actually pushing the box forward. Now we need to figure out how much friction is pushing back to be able to calculate the net force **horizontally** moving the box.

- To be able to calculate the friction we will need to know the normal force. In the vertical direction the normal force is equal in magnitude (but opposite in direction) to the force due to gravity plus the y-component calculated above. That way the net force in the **vertical** will be zero.

Example 2: I have a steel box (mass of 10 kg) sitting on a steel workbench. I try to push the box out of the way…

a) **Sketch** a free body diagram of the box.

With no definite information about the amount of force being applied, we'll just draw all the vectors equally for now

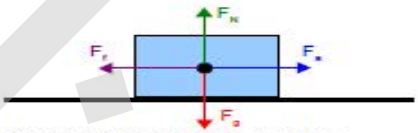


Illustration 1: Free body diagram of box.

Example 2: I have a steel box (mass of 10 kg) sitting on a steel workbench. I try to push the box out of the way…

a) **Sketch** a free body diagram of the box.

With no definite information about the amount of force being applied, we'll just draw all the vectors equally for now

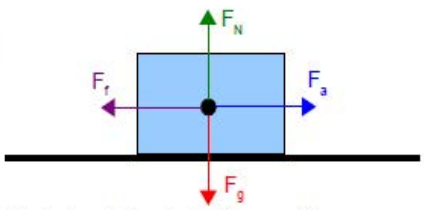


Illustration 1: Free body diagram of box.

3/24/2011 © studyphysics.ca Page 3 of 6 / Section 3.5

b) I push against the box with a force of 25 N. **Determine** if anything will happen.

Let's calculate the ***maximum*** force due to **static** friction. First we figure out the normal force...

$$F_N=F_g=mg$$
$$F_N=10(9.81)$$
$$F_N=98.1=98N$$

Use that to calculate the ***maximum*** **static** friction. We can get the steel-on-steel value of μ_s from the table on the previous page...

$$F_f=\mu_s F_N$$
$$F_f=0.74(98.1)=72.594$$
$$F_f\leqslant 73N$$

Chapter 6 Newton's Laws with Friction, and Circular Motion

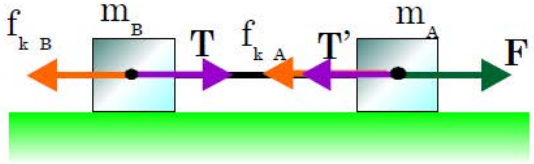


Figure 6.10 Simple combined motion with friction.

Solution

a. Applying Newton's second law to the first mass gives

$$F - T' - f_{kA} = m_A a \qquad (6$$

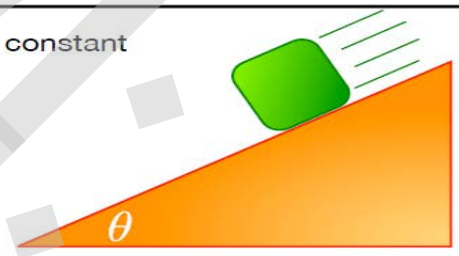
where the force of kinetic friction on block A is

$$f_{kA} = \mu_{kA} F_N = \mu_{kA} w_A = \mu_{kA} m_A g$$

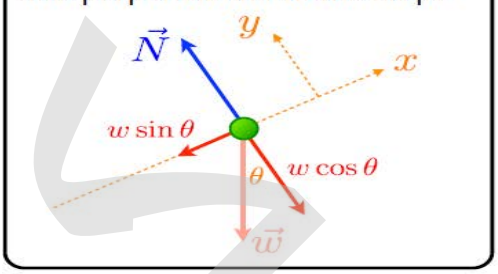
the sliding box

➔ a box slides down a frictionless incline sloped at a constant angle of θ

find the acceleration of the box and the normal force exerted by the slope on the box



express in components parallel and perpendicular to the slope



$$\sum F_x = -w \sin\theta$$

box accelerates down the incline

$$-w \sin\theta = ma_x$$

$$a_x = \frac{-mg \sin\theta}{m}$$

$$a_x = -g \sin\theta$$

$$\sum F_y = N - w \cos\theta$$

box doesn't move off the incline $a_y = 0$

$$N = w \cos\theta$$

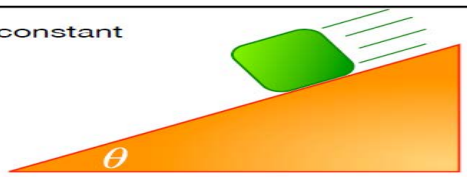
$$N = mg \cos\theta$$

as a cross-check, consider θ→0,90°

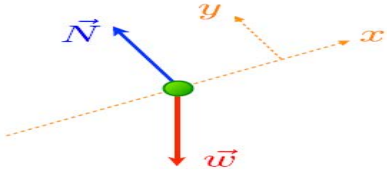
the sliding box

➔ a box slides down a frictionless incline sloped at a constant angle of θ

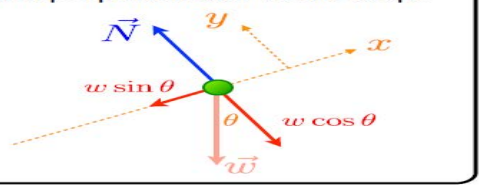
find the acceleration of the box and the normal force exerted by the slope on the box



free-body diagram for the box



express in components parallel and perpendicular to the slope



Question 1

1.1. When a resultant force acts on an object, the object accelerates in the direction of the force. This acceleration is directly proportional to the force and inversely proportional to the mass of the object ✓✓

1.2.1. $f_k = \mu_k N$ ✓

$= (0{,}13)(1)(9{,}8)$ ✓

$= 1{,}27\ N$ ✓

1.2.2. For 2 kg mass

$F_{net} = ma$ ✓

$F_g - F_T = ma$

$(2)(9{,}8) - F_T = 2a$ ✓

$19{,}6 - F_T = 2a$ … (1)

For 1 kg mass

$F_{net} = ma$

$F_T - f_k = ma$

$F_T - 1{,}27 = 1a$ ✓ … (2)

(1) + (2) ✓ $19{,}6 - F_T = 2a$

$\underline{F_T - 1{,}27 = 1a}$

$18{,}33 = 3a$

$\therefore a = 6{,}11\ m.s^2$ ✓

Coefficient of Friction μ

μ is a measure of strength of friction.
Scalar. No units - dimensionless

- Depends on BOTH surfaces
- Doesn't depend on size of contact area

Usually:

$$\mu_s > \mu_k > \mu_r$$

B. As you increase the pushing force, eventually the object will slip and start to move. The *maximum* static friction force has magnitude

$$F_{s(max)} = \mu_s N$$

(a) Pushing gently: friction pushes back gently.

$\vec{f}_s$ balances $\vec{F}_{push}$ and the box does not move.

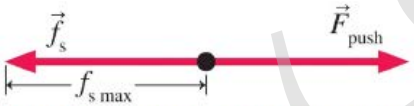
Copyright © 2007, Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

(b) Pushing harder: friction pushes back harder.

$\vec{f}_s$ grows as $\vec{F}_{push}$ increases, but they still cancel and the box remains at rest.

Copyright © 2007, Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

(c) Pushing harder still: $\vec{f}_s$ is now pushing back as hard as it can.

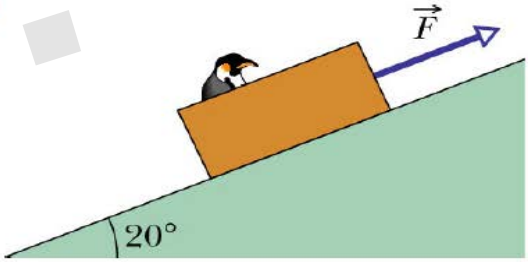


Now the magnitude of f_s has reached its maximum value $f_{s\,max}$. If $\vec{F}_{push}$ gets any bigger, the forces will *not* cancel and the box will start to move.

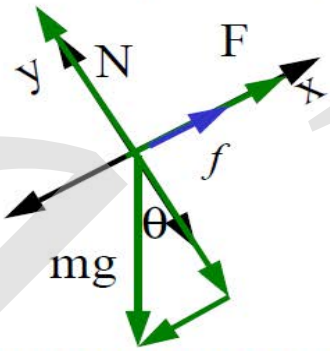
Copyright © 2007, Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

A loaded penguin sled weighing 80 N rests on a plane inclined at 20° to the horizontal . Between the sled and the plane, $\mu_s = 0.25$, $\mu_k = 0.15$.

(a) What is the minimum magnitude of the force **F**, parallel to the plane, that will prevent the sled from slipping down the plane?



Set up free-body force diagram.

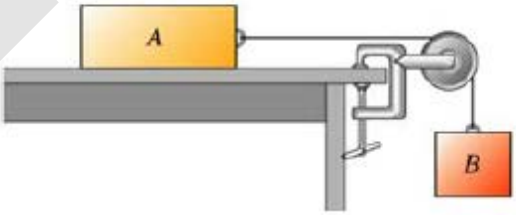


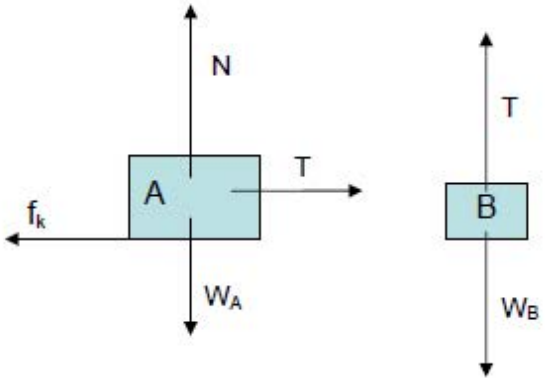
Apply Newton's Second Law

x: $F - mg\sin\theta + f_s$
$= F - mg\sin\theta + \mu_s N = 0$

y: $N - mg\cos\theta = 0$

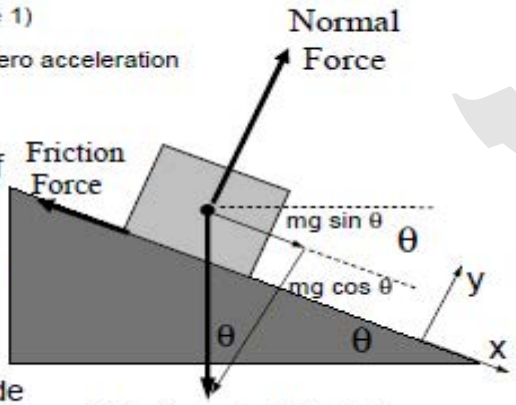
Kinetic Friction in a Block-and-Pullet System.





1. **Static Equilibrium Case**
2. Dynamic Equilibrium (see 1)
3. Dynamic case with non-zero acceleration

"Normal" means perpendicular



$\Sigma F = 0$

$F_x = 0 = mg \sin\theta - f$

$F_y = 0 = -mg \cos\theta + N$

with $mg \sin\theta = f \le \mu_S N$

if $mg \sin\theta > \mu_S N$, must slide

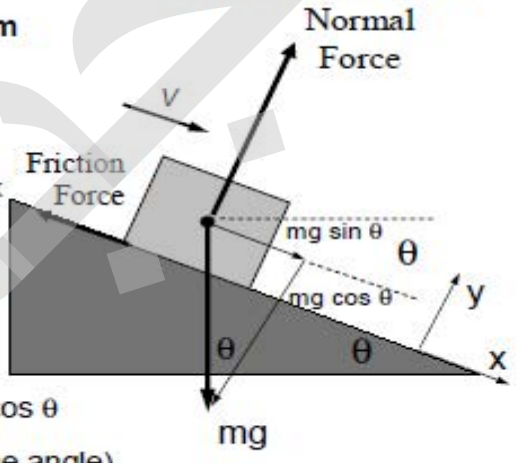
Critical angle $\mu_s = \tan\theta_c$

Inclined plane with "Normal" and Frictional Forces

1. Static Equilibrium Case
2. **Dynamic Equilibrium**

Friction opposite velocity (down the incline)

"Normal" means perpendicular



$\Sigma F = 0$

$F_x = 0 = mg \sin\theta - f_k$

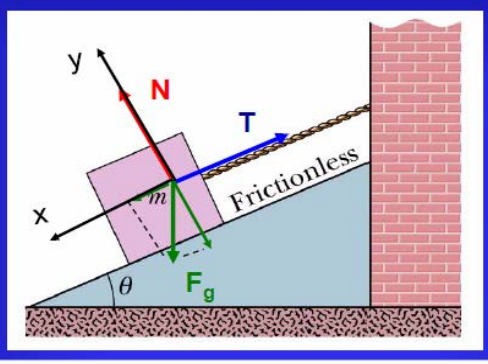
$F_y = 0 = -mg \cos\theta + N$

$f_k = \mu_k N = \mu_k mg \cos\theta$

$F_x = 0 = mg \sin\theta - \mu_k mg \cos\theta$

$\mu_k = \tan\theta$ (only one angle)

13. In the figure below, m_{block}=8.5kg and θ=30°. Find (a) Tension in the cord. (b) Normal force acting on the block. (c) If the cord is cut, find the magnitude of the block's acceleration.



(a) $a = 0 \rightarrow a_x = 0 \rightarrow T - F_{gx} = 0 \rightarrow$

$T = F_{gx} = mg \sin 30^\circ = (8.5kg)(9.8m/s^2)0.5 = 41.65N$

(b) $a_y = 0 \rightarrow N - F_{gy} = 0 \rightarrow N = F_{gy} = mg \cos 30^\circ = 72.14N$

(c) $T = 0 \rightarrow F_{gx} = ma = 41.65N = 8.5a \rightarrow a = 4.9m/s^2$

Section 4.3: Solving Friction Problems

Tutorial 1 Practice, page 174

1. (a) Given: $m_T = 52\text{ kg} + 34\text{ kg} = 86\text{ kg}$; $\mu_S = 0.35$

Required: $F_{S_{max}}$

Analysis: $\mu_S = \frac{F_{S_{max}}}{F_N}$

Solution:

$F_{S_{max}} = \mu_S F_N$

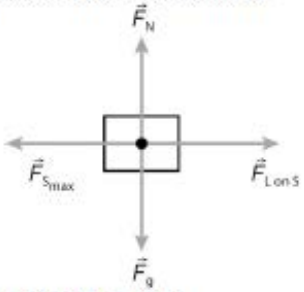
$= \mu_S mg$

$= (0.35)(86\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)$

$F_{S_{max}} = 290\text{ N}$

Statement: The magnitude of the maximum force the person can exert without moving either trunk is 290 N.

(b) Draw a FBD of the smaller trunk.



Given: $m = 34\text{ kg}$; $\mu_S = 0.35$

Required: $\vec{F}_{L\text{ on }S}$

Analysis: Since the smaller trunk does not move, the magnitude of the force that the larger trunk exerts on the smaller trunk equals the magnitude of the static friction acting on the smaller trunk. Use the equation $\mu_S = \frac{F_{S_{max}}}{F_N}$ to calculate $F_{S_{max}}$. Choose right as positive. So left is negative.

Solution:

$F_{S_{max}} = \mu_S F_N$

$= \mu_S mg$

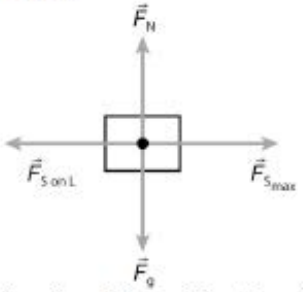
$= (0.35)(34\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)$

$= +120\text{ N}$

$\vec{F}_{S_{max}} = 120\text{ N [right]}$

Statement: The force that the larger trunk exerts on the smaller trunk is 120 N [right].

(c) Since we can combine the two trunks and treat [illegible] answer to part (b) would change. Look at this FBD of the larger trunk.



When the direction of the pushing force is in the opposite direction, the force exerted by the larger trunk on the smaller trunk will still be to the right. According to the FBD of the larger trunk above, the force that the smaller trunk exerts on the larger trunk is:

$F_{S_{max}} = \mu_S F_N$

$= \mu_S mg$

$= (0.35)(52\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)$

$= +180\text{ N}$

$F_{S_{max}} = 180\text{ N [right]}$

So, the force that the larger trunk exerts on the smaller trunk is 180 N [right].

2. Given: $m_1 = 4.0\text{ kg}$; $m_2 = 1.8\text{ kg}$

Required: μ_S

Analysis: The tension is the same throughout the string. First calculate the tension using the equation $F_T = m_2 g$ for the hanging object. As the wooden block is stationary, the tension and the static friction will cancel. So F_T equals $F_{S_{max}}$. Then use the equation $\mu_S = \frac{F_{S_{max}}}{F_N}$ to calculate μ_S.

Solution:

$F_T = m_2 g$

$= (1.8\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)$

$F_T = 17.64\text{ N}$ (two extra digits carried)

$\mu_S = \frac{F_{S_{max}}}{F_N}$

$= \frac{F_T}{m_1 g}$

$= \frac{17.64\text{ N}}{(4.0\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)}$

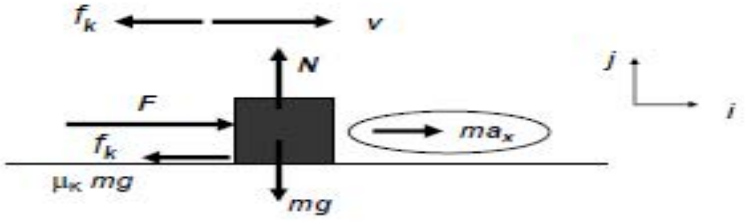
$\mu_S = 0.45$

- Dynamics:

x-axis i : $ma_x = F - \mu_K N$

y-axis j : $ma_y = 0 = N - mg$ or $N = mg$

so $\boxed{F - \mu_K mg = m\,a_x}$



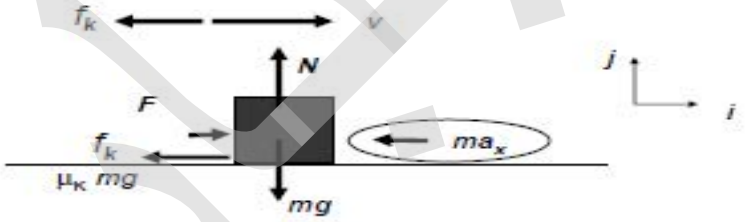
Case study ... little F

- Dynamics:

x-axis i : $ma_x = F - \mu_K N$

y-axis j : $ma_y = 0 = N - mg$ or $N = mg$

so $\boxed{F - \mu_K mg = m\,a_x}$



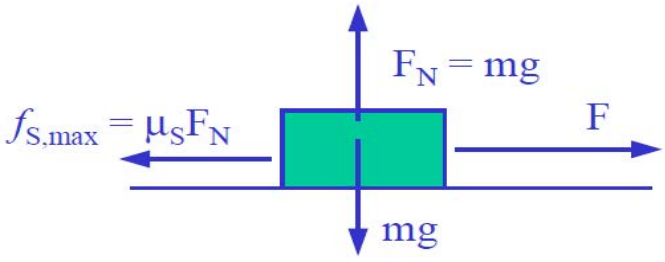
A block lies on a horizontal floor.

a) What is the magnitude of the friction force (f) on it from the floor? $f = 0$N, but note $f_{S,max} = \mu_S F_N$

b) If a horizontal force of 5 N is now applied to it, but it does not move, what is f now? $f_s = 5$N

c) If $f_{s,\,max} = 10$ N, will the block move if the horizontal applied force is 8 N? no, because $F < f_s$

d) How about 12 N? yes, because $F > f_s$



السؤال الرابع / ما اثر مجموعة من القوى المتوازنة في الحالة الحركية للجسم الذي تؤثر فيه؟

ج / تبقى حالته الحركية كما هي عليه .

السؤال الخامس / ما المقصود بالقوى المتوازنة ؟

ج / هي القوى المتساوية في المقدار والمتعاكسة في الاتجاه اي ان محصلتها تساوي صفراً .

السؤال السادس / ما الذي قد يحصل لحمولة سيارة محملة بمجموعة من الصناديق غير المربوطة عند التوقف أو الانطلاق المفاجيء ؟ كيف يمكن تفادي ذلك؟

ج / هناك احتمال ان تسقط الصناديق في السّيارة . ويمكن تفادي ذلك بربط الصناديق أو ربط الحمولة .

السؤال السابع / ما الاجراء المتبع في سيارات الركاب لتجنب الاخطار التي قد تصيب ركابها . بسبب التوقف أو الانطلاق المفاجيء ؟

ج / استعمال حزام الامان .

السؤال الثامن / ماذا يحدث لسرعة سيارة متحركة على طريق أُفقي اذا توقف محركها عن العمل ؟

ج / السّيارة ستتوقف وذلك بسبب وجود قوة الإحتكاك بين عجلات السّيارة والطريق وبالتالي فان قوة الإحتكاك سوف تعيق حركة السّيارة وبالتالي ستتناقص سرعتها إلى ان تتوقف عن الحركة .

السؤال التاسع / متى ينعدم عزم القوة ؟

ج / ينعدم عزم القوة اذا مرّ خط عمل القوة من محور الدوران أو اذا كان خط عمل القوة موازياً لمحور الدوران .

السؤال العاشر / ماذا نسمي حالة جسم يخضع لتأثير مجموعة قوى في مستوى واحد محصلتها تساوي صفراً ؟

ج / الجسم في حالة إتزان .

اسئلة اضافية

السؤال الاول / بدأ جسم كتلته $(20kg)$ الحركة بسرعة $(25m/s)$ على سطح أُفقي خشن فتوقف بعد ان قطع مسافة مقدارها $(50m)$ في خط مستقيم . ما مقدار القوة التي يؤثر بها السطح في الجسم اذا افترضنا انها ثابتة على طول المسار؟

الحل /

لدينا العلاقة :

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a(\Delta x)$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$0 = (25)^2 + 2 \times a \times 50$$
$$\therefore a = -6.25 (m/s^2)$$

الإشارة السالبة تدل على حالة التباطؤ

لدينا العلاقة :

$$F = ma$$
$$\therefore F = 20 \times (-6.25)$$
$$\therefore F = -125\ N$$

وهي القوة المؤثرة في الجسم . والإشارة السالبة تعني ان القوة تعمل باتجاه معاكس للحركة .

amail
\alisammax2007@
gmail.com
07902961940

الفيزياء

ملزمه الخامس العلمي

ملزمه الخامس العلمي تتضمن ما يأتي

- الماده العلميه +اسئله ومسائل الفيزياء+اسئله وزاريه-1
- اسئله اثرائيه -2
- رسوم توضيحيه-3

اعداد المدرس -علي جبار كاظم